

**VŠB - Technická univerzita Ostrava**  
**Fakulta elektrotechniky a informatiky**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

2016

Filip Pustka

**VŠB - Technická univerzita Ostrava**  
**Fakulta elektrotechniky a informatiky**  
**Katedra elektroenergetiky**

**Analýza spotřeby elektrické energie budovy ADC**  
**Analysis of electrical energy consumption in ADC**  
**building**

2016

Filip Pustka

VŠB - Technická univerzita Ostrava  
Fakulta elektrotechniky a informatiky  
Katedra elektroenergetiky

## Zadání bakalářské práce

Student:

**Filip Pustka**

Studijní program:

B2649 Elektrotechnika

Studijní obor:

3907R001 Elektroenergetika

Téma:

**Analýza spotřeby elektrické energie budovy ADC**  
**Analysis of electrical energy consumption in ADC building**

Jazyk vypracování:

čeština

Zásady pro vypracování:

1. Úvod - problematika automatizovaných parkovacích systémů
2. Popis budovy ADC a systému napájení
3. Vyhodnocení dlouhodobého měření spotřeby budovy ADC
4. Závěr a zhodnocení

Seznam doporučené odborné literatury:

- [1] Projektová dokumentace budovy
- [2] Manuály k síťovým analyzátorům
- [3] Tsung-Hua Hsu; Jing-Fu Liu; Pen-Ning Yu; Wang-Shuan Lee; Jia-Sing Hsu, "Development of an automatic parking system for vehicle," Vehicle Power and Propulsion Conference, 2008. VPPC '08. IEEE, vol., no., pp.1,6, 3-5 Sept. 2008
- [4] Bühler, O. and Wegener, J., "Automatic Testing of an Autonomous Parking System Using Evolutionary Computation," SAE Technical Paper 2004-01-0459, 2004

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Lukáš Prokop, Ph.D.**

Datum zadání: 01.09.2015

Datum odevzdání: 29.04.2016

prof. Ing. Stanislav Rusek, CSc.  
*vedoucí katedry*



prof. RNDr. Václav Snášel, CSc.  
*děkan fakulty*

## Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

V Ostravě, dne 29. 6. 2016 .....

.....  
Filip Pustka

## Poděkování

Zde bych chtěl poděkovat vedoucímu mé bakalářské práce doc. Ing. Lukáši Prokopovi, Ph.D. za odbornou pomoc a konzultaci při vytváření této bakalářské práce.

## **Abstrakt**

Cílem této bakalářské práce bylo navrhnout měřicí přístroje-analyzátory pro dlouhodobé měření spotřeby elektrické energie v budově automatizovaného dopravního centra v areálu VŠB, měřením byla zjištěna energetická bilance budovy ADC. K navržení vhodných měřicích přístrojů byla budova automatizovaného dopravního centra měřena dlouhodobě pomocí analyzátoru BK-ELCOM. Naměřená data byla analyzována a na základě toho byly stanoveny parametry měřicích analyzátorů pro měření jednotlivých spotřeb. Parametry analyzátorů byly nadefinovány podle velikosti protékaného proudu a napěťové hladině, proudové sondy k těmto analyzátorům byly navrženy podle charakteru měřené veličiny.

## **Klíčová slova**

Automatizované dopravní centrum (ADC); spotřeba; analyzátory; proudová sonda; měření proudu

## **Abstract**

The aim of this bachelor thesis was to design measuring devices - analyzers for long-term measuring of electrical energy consumption. By measuring [the consumption], the energy balance of an ADC building was found out. In purpose of designing appropriate measuring devices, the ADC building was measured in long-term with the help of the BK-ELCOM analyzer. The measured data was analyzed and based on that, the parameters of measuring analyzers for calculating individual consumptions were established. Parameters of the analyzers were defined according to the amount of current passing and the level of voltage, current sensors for these analyzers were designed correspondingly with the character of the measured majority.

## **Key Words**

in the automated transport center; electricity consumption; analysers; current-measuring probe; current-measuring

## Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod.....</b>	<b>1</b>
1.1	Problematika automatizovaných parkovacích systémů.....	1
	Výhody a nevýhody automatizovaných parkovacích systémů:.....	2
	Srovnání klasických parkovišť s automatizovaným parkovacím systémem.....	2
1.2	Typy a srovnání automatizovaných parkovacích domů .....	3
<b>2</b>	<b>Popis budovy ADC a systému napájení.....</b>	<b>5</b>
2.1	Silnoproudé rozvody laboratoře a technologie ADC .....	8
2.2	Technologie ADCO.....	9
2.3	Druhy měření energetické náročnosti technologie automatizovaného parkovacího domu 11	
<b>3</b>	<b>Vyhodnocení dlouhodobého měření spotřeby budovy ADC .....</b>	<b>16</b>
3.1	Ukázka naměřených dat celkové spotřeby .....	16
3.2	Návrh měřicího systému.....	17
	Typy proudových sond .....	21
3.3	Popis použitých analyzátorů.....	23
	Popis výběru analyzátoru .....	27
	Ukázka dat z KMB a fotky z instalace analyzátorů .....	28
<b>4</b>	<b>Závěr a zhodnocení .....</b>	<b>32</b>
	<b>Použitá literatura: .....</b>	<b>34</b>

## **Seznam použitých symbolů a zkratek**

### **Seznam použitých zkratek**

ADC	Automatizované dopravní centrum
ADCO	Automatizované dopravní centrum Ostrava
PLC	Programmable Logic Controller, programovatelné automaty
FVE	Fotovoltaika
HS	Hybridní střídač
MO	Měřicí objekt
M1	Měřicí bod 1
RJ12	Konektor pro připojení telekomunikačních zařízení

### **Seznam použitých symbolů**

E(kWh)	Elektrická energie
t	čas

## Seznam obrázků a tabulek

<b>obr. 1.1:</b> Typy automatizovaných parkovacích domů	(12)
<b>obr. 2.1:</b> Budova automatizovaného parkovacího systému ADCO	(13)
<b>obr. 2.2:</b> Informační panel v odbavovacím prostoru ADCO	(15)
<b>obr. 2.3:</b> Vnitřní struktura technologie ADCO	(16)
<b>obr. 2.4:</b> Blokové schéma rozvaděčů a přívodů energie	(17)
<b>obr. 2.5:</b> Schéma zapojení pro měření spotřeby elektrické energie	(18)
<b>obr. 2.6:</b> Analyzátor BK ELCOM v provedení ENA 330	(21)
<b>obr. 3.1 :</b> Ukázka dat graf celkové spotřeby elektrické energie za měsíc	(24)
<b>obr. 3.2:</b> Ukázka dat graf celkové spotřeby elektrické energie za hodinu	(24)
<b>obr. 3.3 :</b> Ukázka dat graf celkové spotřeby elektrické energie za jeden den	(25)
<b>obr. 3.4:</b> Měření spotřeby elektrické energie pomocí BK ELCOM	(25)
<b>obr. 3.5:</b> Funkční části systému DIRIS DIGIWARE	(27)
<b>obr. 3.6:</b> Proudový transformátor	(29)
<b>obr. 3.7:</b> Hallova sonda	(29)
<b>obr. 3.8:</b> Hallův článek	(29)
<b>obr. 3.9:</b> Hallova sonda s otevřenou smyčkou	(30)
<b>obr. 3.10:</b> Zapojení měřicího transformátoru proudu	(30)
<b>obr. 3.11:</b> Magnetizační charakteristika	(31)
<b>obr. 3.12:</b> Příklad typického zapojení	(32)
<b>obr. 3.13:</b> Příklad typického zapojení	(34)
<b>obr. 3.14:</b> Příklad výběru proudové sondy – proudový transformátor	(34)
<b>obr. 3.15:</b> Příklad výběru proudové sondy – Hallova sonda	(34)
<b>obr. 3.16:</b> Příklad výběru měřicího přístroje	(35)
<b>obr. 3.17:</b> Prostředí programu ENVIS	(37)
<b>obr. 3.18:</b> Zapojení analyzátorů v rozvodné skříni	(37)
<b>obr. 3.19:</b> Detail zapojení analyzátorů v rozvodné skříni	(38)
<b>obr. 3.20:</b> Detail připojení měřicích transformátorů	(38)
<b>obr. 3.21:</b> Analyzátor SMC 144	(39)
<b>obr. 3.22:</b> Seznam jistících prvků v rozvaděči	(39)
<b>tab. 1.1:</b> Porovnání různých parkovišť	(10)
<b>tab. 3.1:</b> Popis jednotlivých měřených bodů	(26,27)
<b>tab. 3.2:</b> Návrh kontinuálního měření analyzátorů	(35)
<b>tab. 3.3:</b> Tabulka navržených analyzátorů a proudových sond	(41)



# 1 Úvod

Automatické parkovací systémy se už začínají v poslední prosazovat, v důsledku toho, že už v dnešní době jsou omezené prostředky na stavbu nových pozemních parkovišť. Proto už teď je třeba, se dívat do budoucna a s tímto problémem počítat. Tento problém z části řeší automatizované parkovací domy, které parkují automobily nebo náklad automaticky bez přítomnosti řidiče. Někomu se může zdát, že je všechno řešeno a řízeno počítačem, tím pádem je to závislé na napájení elektrické energie, ale i na toto se myslí u automatizovaných parkovacích domů. Většinou každý takový systém má náhradní zdroj ať se už jedná o baterii nebo agregát nebo FVE, kterým je schopný udržet v provozu i při výpadku elektrické energie. Automatizované parkovací domy se začínají objevovat ve větších městech, jako je Praha, Brno, Ostrava. Mým úkolem v této práci je analyzovat spotřebu elektrické energie automatizovaného parkovacího domu a navrhnout přístroje, které budou měřit spotřebu kontinuálně. Já jsem si vybral automatizovaný parkovací dům v Ostravě – Porubě.

Tato práce je rozčleněna do 4 kapitol, které na sebe navzájem navazují. V této úvodní Kap.1 je stručný popis zaměření této práce, je zde stručně uvedena problematika parkovacích systémů u nás i ve světě. V kap.2 je uveden podrobný popis automatizovaného parkovacího domu z hlediska prostorové náročnosti, technického vybavení. Dále je zde uveden popis systému napájení objektu. Kromě toho je zde vysvětlen postup procesu parkování automobilu nebo nákladu. Kap.3 je zaměřena na analýzu spotřeby energie jsou zde vidět grafy průběhu spotřeby v jednotlivých časových úsecích. Je zde také, uveden návrh pro kontinuální měření budovy ADC. Na konci této kapitoly jsou přidány fotky z instalace analyzátorů. V kap.4 se nachází zhodnocení a přínosy této práce.

## 1.1 Problematika automatizovaných parkovacích systémů

Automatizované parkovací systémy řeší problém parkování ve městech, sídlištích a všude tam, kde je nedostatečný počet parkovacích míst. Je to efektivnější způsob využití prostoru oproti klasickým parkovacím domům a parkovištím. Řeší krátkodobé i dlouhodobější odstávky vozidel. Automatické parkovací systémy se vyznačují počítačem řízeným automatickým procesem uložení vozidla nebo nákladu pomocí sofistikované technologie zařízení. Řidič nemá přístup do prostoru garáže. Ve speciálním modulu se vozidlo odebírá a přebírá vozidlo.

Oproti tradičním parkovištím a parkovacím domům umožňují automatické parkovací domy zaparkovat více vozidel na menší ploše. Parkování je zajištěno mechanicky, takže svým způsobem zabezpečuje poničení automobilu, protože nehrozí poškrábání automobilu při otevírání dveří nebo další poškození, které se děje na parkovištích. Dále můžeme říct, že parkování je ekologické, protože u procesu parkování nepotřebujeme mít zapnutý motor. Automatizované parkovací systémy jsou extrémně spolehlivé, bezpečné a nízkonákladové.

Již teď se řeší na spoustu místech po celém světě, ale i v České republice velký problém s parkováním z důvodu zvyšujícího se počtu automobilů. Ve městech se už nenachází vhodná místa pro vybudování klasických povrchových parkovišť nebo parkovacích domů. Jedná se hlavně o

historické části měst a ve městech s hustou zástavbou. Parkoviště v dnešní době jsou neustále plné a nestíhají pojmout množství aut, proto řidiči parkují všude možné, kde to jde. Pokud to tak půjde dál, bude v budoucnu veliký problém zaparkovat. Tento problém s části řeší automatizované parkovací domy.[2]

### **Výhody a nevýhody automatizovaných parkovacích systémů:**

#### **Výhody:**

Velká úspora prostoru – díky tomu, že automobily parkují nad sebou a těsně vedle sebe, tak je o polovinu menší zastavěná plocha než u pozemních a podzemních parkovišť. Vozidla jsou zaparkována těsně vedle sebe, tudíž využití prostoru v ADC je maximální. Protože objekt je určen pouze pro parkování vozidel a není určen pro lidi, odpadá stavění schodišť, výtahů, vjezdů a výjezdů vozidel, vzduchotechniky. Taky zde nemusí být tak intenzivní osvětlení, jako na ostatních parkovištích.

Bezpečnost zaparkovaných vozidel – v ADC je vysoká bezpečnost vozidel, protože do objektu, kde jsou zaparkované vozidla, se nikdo nedostane. Tím pádem je i znemožněno ukradení, vykradení vozidla. Dále je nemožné auto nějakým způsobem poškrábat na rozdíl od běžných parkovišť, kde k těmto problémům dochází denně. Samozřejmě jsou vozidla chráněny proti poškozením vlivem špatného počasí.

Náklady – budova má nízké náklady na provoz není potřeba osvětlení a vytápění, nemusí se zde nacházet zázemí pro řidiče (vzduchotechnika, výtahy, schodiště bezbariérový přístup, toalety). Náklady na výstavbu automatizovaných dopravních center může být o něco nižší oproti klasickým parkovacím domům. Finanční úspora je také v redukci nákladů na pozemek i v případě že města nabízí pozemky za velmi výhodné ceny pro stavbu parkovišť.

Ekologie – nedochází k tvorbě škodlivých emisních látek, protože jsou vozidla přepravována pomocí výtahu - motory nemusí být nastartovány, nedochází ke kontaminaci ovzduší oproti klasickým parkovacím domům. Déle je hladina zvuku snížena pod 40dB.

Ostatní – díky vhodně zvoleným systémům je možné uložení a vyparkování vozidla zhruba za 2 minuty. Budovy ADC jsou vybaveny záložními zdroji, pokud by došlo k výpadku elektřiny budova, bude fungovat. Budovu lze postavit v poměrně krátkém časovém úseku za 6 měsíců. Automatizované parkovací systémy jsou snadno rozšiřitelné.

#### **Nevýhody:**

- je potřeba servis 24 hodin denně,
- v případě většího počtu parkujících vozidel se prodlužuje doba odbavení vozidla,
- ve většině případů vyšší pořizovací cena a provozní náklady,
- řidiči systému nerozumí, neochota přenechat vozidlo stroji

### **Srovnání klasických parkovišť s automatizovaným parkovacím systémem**

V Tab. 1 jsou shrnuty a porovnány jednotlivé klíčové aspekty klasických parkovišť s konceptem automatizovaných parkovacích systémů.

tab. 1.1: Porovnání různých parkovišť [5]

	Automatizovaný parkovací dům	Konvekční objízdná garáž	Pozemní parkoviště
Nároky na velikost pozemku	Nízké	Střední	Velmi vysoké
Kapacita parkoviště na m <sup>2</sup>	Velmi vysoké	Vysoká	Nízká
Investiční náklady	Jako konvenční (úspora místa)	Vysoké	Nízké (není-li pozemek problém)
Provozní náklady	Střední	Vysoké	Nízké
Administrativní centra	Vhodné, zejména je-li nedostatek místa	Vhodné, vysoké emise	Vhodné je-li k dispozici plocha
Obchodní centra	Nevhodné (není přístup k autu)	Vhodné, vysoké emise	Vhodné je-li k dispozici plocha
Nová bytová zástavba	Vhodné, bezpečné, nízké emise	Vhodné, vysoké emise	Vhodné je-li k dispozici plocha (krádeže, emise)
Parkování ve městech	Vhodné, bezpečné, nízké emise	Vhodné, vysoké emise	Vhodné je-li k dispozici plocha (krádeže, emise)

## 1.2 Typy a srovnání automatizovaných parkovacích domů

- Rotační parkovací systém
- Věžový parkovací systém
- Čtvercový parkovací systém
- Vozíkový parkovací systém

### Rotační parkovací systém:

Je vhodné pro malé a střední sídliště, bytové domy, kanceláře apod. Rotační parkovací systém, zabere plochu pouze dvou parkovacích stání (cca 30 m<sup>2</sup>). Tento systém funguje na principu ruského kola. Řidič zaparkuje automobil na plošinu, vystoupí a na ovládací jednotce zadá číslo pozice, kde má automobil zaparkovat. Poté systém posune automobil o jednu pozici po směru hodinových ručiček, tak aby bylo možné zaparkovat další automobil. Když řidič bude chtít odjet, stiskne na ovládacím panelu číslo pozice uloženého automobilu a systém za méně než 1 minutu automobil odbaví.

### Vlastnosti a výhody:

- Životnost 20 let
- Nízké provozní náklady
- Bezobslužný provoz
- Rotuje po i protisměru hod. ručiček
- Provedení pro 8-12 automobilů
- Nízká pořizovací cena

- Vysoká úspora stavebních nákladů a nákladů na pozemek
- Nepřetržitý servis
- Montáž/demontáž systému za 7 dní

#### **Věžový parkovací systém:**

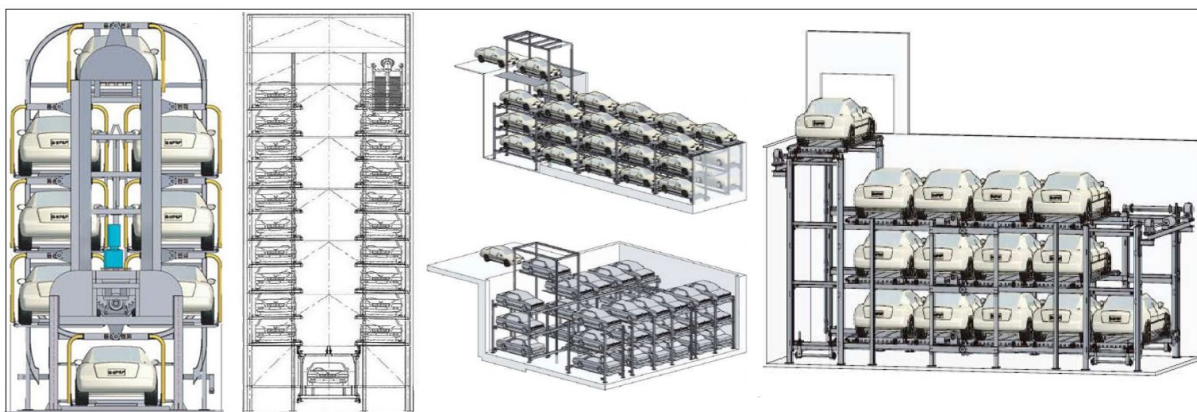
V tomto parkovacím systému je transport automobilů zajištěn pomocí výtahu a automobily jsou zakládány na pravou nebo levou stranu. Tento parkovací systém má uplatnění pro větší kancelářské budovy, komerční využití nebo pro rezidenční objekty. Věžový parkovací systém umožňuje zaparkovat 12-70 automobilů – v závislosti na výšce, čím vyšší budova je tím více pojme automobilů. Systém zabírá pouze tři parkovací místa to je zhruba 49 m<sup>2</sup>.

#### **Čtvercový parkovací systém:**

Tento typ parkovacího systému je umisťován do podzemí jako privátní nebo pro komerční využití. Díky paletovému systému není potřeba stavět žádné nájezdové rampy, tudíž jsou minimalizovány požadavky na záběr pozemku. Systém transportuje automobily pomocí palet, které se vertikálně pohybují pomocí výtahů. Paleta poté cirkuluje horizontálně do volného parkovacího místa. Díky konstrukci systému může být až 6 podzemních podlaží. Pomocí vestavěné točny je vjezd a výjezd velmi jednoduchý a bezpečný. Možnou nevýhodou je, že tento typ parkovacího systému se hodí pro nižší automobily.

#### **Vozíkový parkovací systém:**

Systém může být využíván jako nadzemní nebo podzemní, je vhodný pro kancelářské budovy nebo pro komerční využití. Parkovací systém je konstruován tak, že pohyb vozidel je automaticky zajišťován výtahy, které přesouvají automobil na jeden z vozíků. Vozík se poté s automobilem pohybuje horizontálně a umisťují automobily na parkovací místa. Tento systém dokáže automobil odbavit za méně než 2 minuty z důvodů toho, že výtah a vozík jsou v provozu nezávisle na sobě v každém podlaží. Parkovací systém může dosahovat až 96 parkovacích míst. [15]

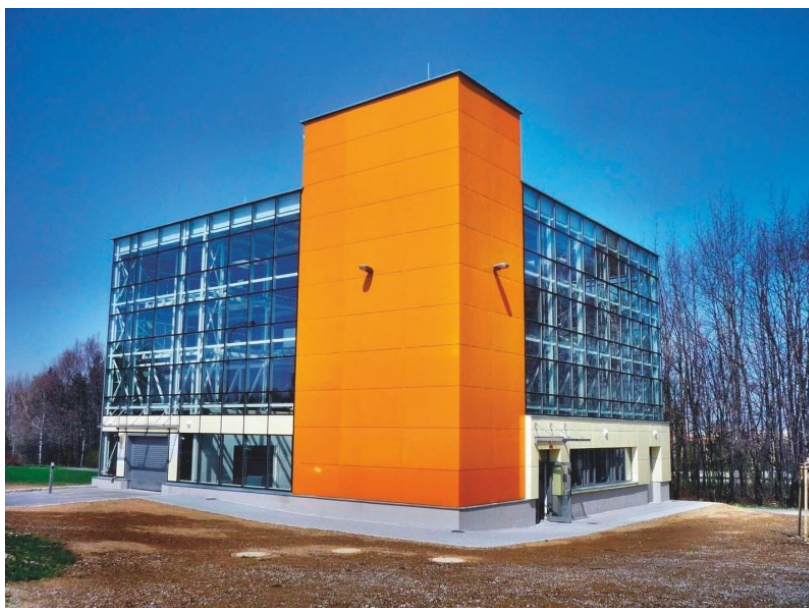


**obr. 1.1:** Typy automatizovaných parkovacích domů [13] [14] [15]

## 2 Popis budovy ADC a systému napájení

Automatizované dopravní centrum vzniklo při výstavbě budovy Fakulty elektrotechniky a informatiky na VŠB-TU Ostrava a nachází se v jejím areálu na volné nevyužité ploše. Představuje moderní a velmi sofistikovaný parkovací systém, který je schopný automaticky ukládat a parkovat automobily nebo jiný náklad na podlažních paletách ve čtyřech patrech, je řízen počítačem propojeným s PLC systémy. Pomocí tohoto systému se snažíme omezit pohyb automobilu po areálu VŠB.

Budova je postavena na čtvercovém půdorysu, v přízemí se nachází laboratoř pro výuku studentů, kteří si zde ověří spojení teorie a praxe v automatizovaného, počítačem řízeném provozu. Dále se zde nachází technické zázemí a čtyři ukládací místa a s dalšími třemi podlažími. Na prvním podlaží se nachází čtyři parkovací místa či úložná místa, na druhém až čtvrtém podlaží je místo po 11 úložných míst pro automobily. Nad přízemím se nachází úložný prostor s celkovou kapacitou 37 míst. Automobily se parkují nad sebe v patrech a vedle sebe v patrech. Toto je vhodné zejména na sídlištích, kde není možné vybudovat velké plochy pro pozemní parkování. Budova je typu tower. [1]



**obr. 2.1:** Budova automatizovaného parkovacího systému ADCO [3]

Hlavní užitnou hodnotu této infrastruktury lze spatřovat v následujících bodech:

- Představuje kapacitu pro bezpečné uložení vozidel, které se na fakultě používají v rámci výukových a výzkumných aktivit – mnohé z těchto vozidel byly získány jako dar od automobilky Hyundai z blízkých Nošovic a slouží studentům jako výuková pomůcka. Další vznikají jako výstup vlastních vývojových aktivit na fakultě – příkladem může být několik automobilů Kaipan s elektrickým pohonem. V tomto objektu jsou tyto automobily chráněny jak před povětrnostními vlivy, tak před vandalismem.

- Představuje složitý reálný mechatronický systém vybavený moderním distribuovaným řídicím systémem, na kterém lze studentům v rámci výuky demonstrovat reálné problémy spojené s provozem takového systému – toto je v rámci výuky, kde převažují simulace a modely v laboratorním měřítku, možno chápat jako velký přínos a ojedinělý zážitek pro studenty.
- Laboratorní zázemí, které je součástí prvního patra této laboratoře, umožňuje monitorovat, analyzovat a archivovat data z reálného provozu tohoto systému, přičemž studenti vidí tento reálný provoz na vlastní oči a uvědomují si mnohem více možná rizika spojená s chybami v řízení takovýchto systémů. Koncept automatizovaného parkovacího systému, který je technologickým srdcem této laboratoře, je jednou z možných cest budoucího řešení problémů parkování zejména v přelidněných městských aglomeracích, přičemž existuje čím dál více reálných nasazení takovýchto systémů. Tato laboratoř dává pedagogům i studentům možnost podílet se na jeho dalším vývoji.
- V plánu je propojení tohoto konceptu automatizovaného bezobslužného parkovacího systému s konceptem elektromobility, který se v posledních letech začíná rovněž prosazovat. Ve spojení s velkou kapacitou obnovitelných zdrojů elektrické energie, kterými disponuje ve svém areálu VŠB-TU Ostrava, lze postupně uvnitř tohoto objektu budovat infrastrukturu pro nabíjení elektromobilů a vytvářet tak základní modul bezemisního systému dopravy pro městské aglomerace. [4]

V tomto automatizovaném dopravním centru je parkování velmi jednoduché. Řidič přijede před vjezdové vrata. Před vraty se nachází sloupek se čtečkou karet, potom řidič přiloží svou čipovou kartu na čtečku. Tím aktivuje sekvenci parkování – zaparkování nebo vyparkování. Zelené světlo na semaforu před vraty nám signalizuje, že je vše v pořádku a řidič může dokončit proces parkování. Sekvence parkování je zahájena otevřením vnějších vrat. Po otevření vrat řidič může zajet se svým vozidlem dovnitř na připravenou paletu, která je umístěna na otoči. Obdobný způsob platí i při uložení nákladu na paletu. Po zaparkování nebo uložení nákladu odejde řidič mimo přijímací prostor a vozidlo nebo náklad se automaticky přesune na volné místo.

V průběhu vjíždění na otočnou paletu jsou snímači snímány rozměry vozidla. Po vjetí na paletu je změřena hmotnost vozidla a pomocí PIR čidla je kontrolována přítomnost člověka v přijímacím prostoru. Až člověk vyjde z přijímacího prostoru ven, vnější vrata se zavřou po přiložení čipové karty. Poté je zahájeno automatické zaparkování na volné místo v ADCO. Pokud řidič špatně najede na otočnou paletu, dozví se to pomocí informačního panelu, tento panel zároveň řidiče upozorní, jestli rozměry a hmotnost vozidla nepřekročily dovolené limity.

Vnitřní struktura technologické části laboratoře ADCO se skládá z těchto částí technologie:

- odbavovací prostor, zde je umístěna otoč
- skip s teleskopem
- zvedací zařízení
- parkovací místo

Automobil, který chceme zaparkovat najíždí na paletu, která je umístěna na otoči. Poté se otevřou boční rolovací vrata a paletu z otoče přebírá skip s teleskopem a přemísťuje ji v rámci daného nadzemního podlaží. Zvedací zařízení je určeno pro posun palety mezi podlažími. Parkovací místo je určené k uložení palety s vozidlem nebo prázdné palety.

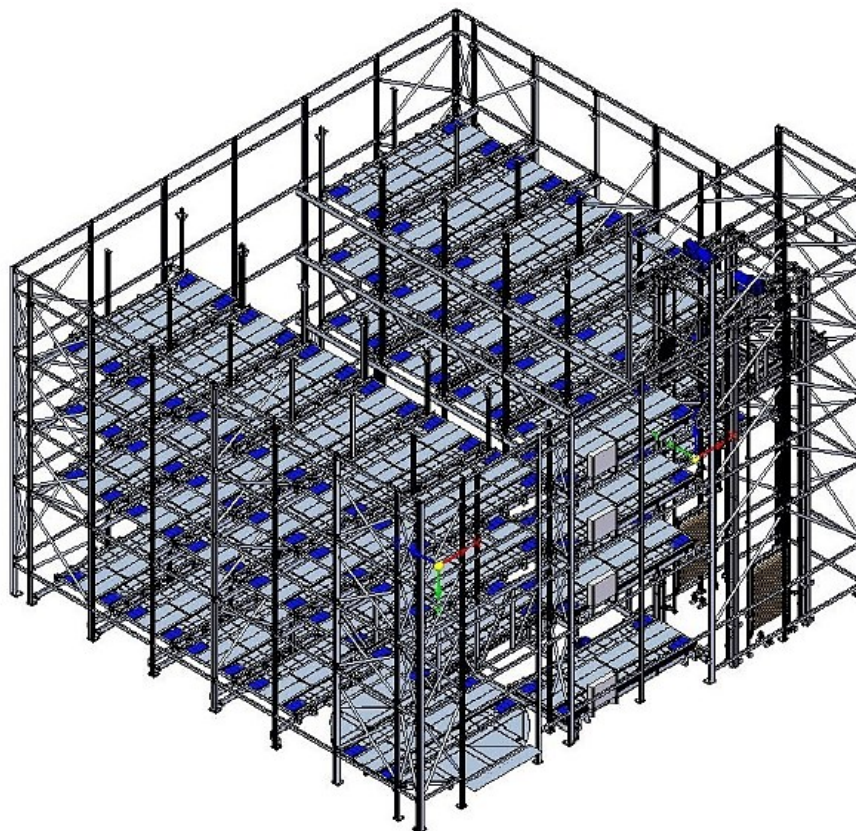


**obr. 2.2:** Informační panel v odbavovacím prostoru ADCO [1]

Posloupnost kroků parkovací sekvence je následující:

1. Pokud jsou splněny podmínky indikované na informačním panelu, řidič připravený automobil na paletě zabrzdil, nebo zařadil rychlostní stupeň. Řidič uzamkne vozidlo a opustí odbavovací prostor APS. Při přiložení čipové karty na sloupek se čtečkou dojde k uzavření vnějších vrat. Poté lineární akumulátory zajistí fixaci palety s automobilem.
2. Zafixovaná paleta, která se nachází na otoči, se otočí o 90 stupňů ve směru připraveného skipu prvního nadzemního podlaží.
3. Paleta se otočí a otevřou se vnitřní vrata, tím pádem se paleta na otoči odjistí a vysune se teleskop skipu, který zachytí paletu, kde je umístěn automobil a přemístí paletu na skip.
4. Skip se přemístí buď k určenému parkovacímu místu v prvním nadzemním podlaží, nebo se přemístí, tak aby se dostal do úrovně výtahu (zvedacího zařízení).
5. Teleskop vysune paletu s automobilem na opačnou stranu a automobil se dostane do prostoru výtahu.
6. Zvedací zařízení vyveze automobil do příslušného patra určeného k jeho zaparkování.
7. Skip v příslušném nadzemním podlaží, který je určen pro převážení automobilu na paletě, v daném patře se vysune teleskop a zachytí paletu ve zvedacím zařízení, kterou přemístí na skip.
8. Automobil se přesune na skip a pomocí palety je převezen k určenému parkovacímu místu.
9. Pomocí teleskopu je přemístěn na parkovací místo.
10. Souběžně s tímto postupem se na otoč přemístí z jiného parkovacího místa prázdná paleta. [1]





*obr. 2.3:* Vnitřní struktura technologie ADCO [1]

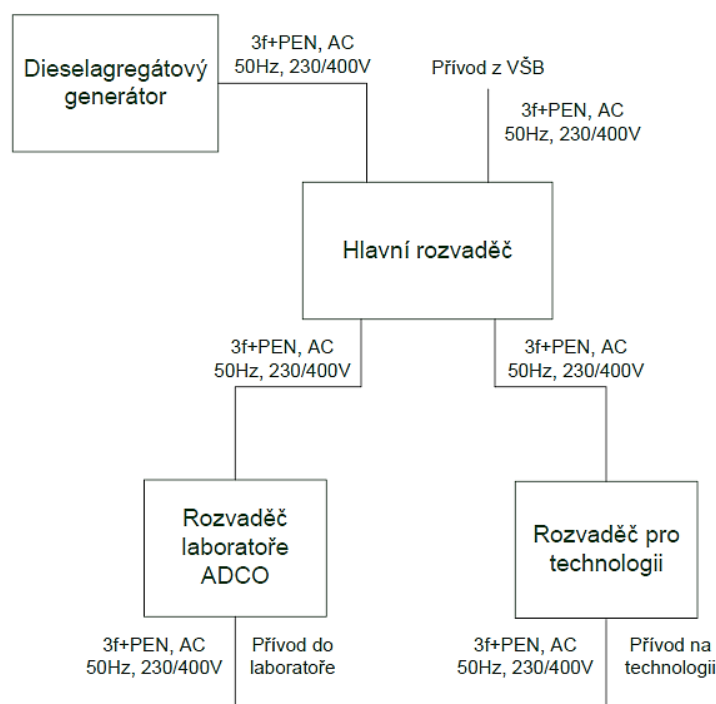
## 2.1 Silnoproudé rozvody laboratoře a technologie ADC

Rozvody, které napájejí vnitřní silnoproudé obvody, venkovní osvětlení a celou vnitřní technologii ADCO jsou řešeny pomocí tří základních rozvaděčů.

V prvním nadzemním podlaží je umístěn první rozvaděč v rozvaděčové skříni, nachází se vedle laboratoře ADCO. Rozvaděčová skříň obsahuje dva jističe, dva elektroměry a sadu pojistek. Rozvaděčovou skříň napájí kabelové trojfázové napětí z přípojného místa v areálu VŠB. Pro případ výpadku hlavního napájení je ještě do rozvaděče zapojen paralelně záskokový zdroj, jedná se o diesel agregátový generátor.

Z prvního rozvaděče je připojeno napájení na další dva podružné rozvaděče. První ze dvou rozvaděčů napájí tepelné, světelné, zásuvkové obvody a venkovní osvětlení laboratoře. Druhý napájí celou technologii ADCO tj. řídicí jednotky, elektrické pohony, napájení veškeré sensoriky, apod. Při náhlých krizových situacích, především při vypuknutí požáru se spustí nouzové osvětlení, které je napájeno z centrální baterie





**obr. 2.4:** Blokové schéma rozvaděčů a přívodů energie [1]

## 2.2 Technologie ADCO

Jedná se o poměrně složitý mechatronický komplex. V průběhu parkování musí být zajištěno, aby nedošlo k poškození aut a také ke zranění parkujících osob. Proto je ADCO vybavena sofistikovanými senzorickými a řídicími systémy, tak aby nedošlo k poškození automobilu a nebylo ohroženo zdraví osob. Samotnou technologii lze rozdělit do čtyř částí: otoč, skip, zvedací zařízení, parkovací místa.

Jestliže svítí zelené světlo na semaforu vedle vnějších vjezdových vrat, značí to připravenost celého systému pro zaparkování automobilu.

Po přiložení čipové karty ke čtečce u vjezdového sloupku se po sériové lince RS-485 vyšle požadavek do centrálního řídicího systému, konkrétně do systému SIMATIC ET200S. Odtud je vyslán signál pro otevření vnějších vrat. Vnější vrata se otevřou a je možné vjet na připravenou paletu v prostoru otoče. Pomocí váhy umístěné uvnitř otoče se zkontroluje hmotnost automobilu, pokud je hmotnost překročena automaticky se další postup parkování zablokuje. Přes informační panel se řidič o této skutečnosti dozví a bude vyzván, aby opustil prostor otoče. Dalším důvodem kdy dojde k zablokování parkování je špatná poloha automobilu na paletě v prostoru otoče. Tento problém je vyřešen pomocí zabudovaných čidel v prostoru otoče. Čidla kontrolují správnou polohu automobilu na paletě v podélném směru a paprsková laserová čidla snímají obrys a rozměry automobilu v příčném směru. Jestliže je všechno v pořádku odešle se signál do centrálního řídicího systému pomocí sériové linky, a systém pokračuje v obsluze parkování.

Pomocí kamer, které jsou umístěny v prostoru otoče se snímají a ukládají informace o parkování automobilu v podobě statických snímků. V prostoru otoče se také nacházejí čidla pro detekci osob, které blokují otoč, tak dlouho dokud jsou v místnosti přítomny osoby. Aby se mohla točna pohybovat je vybavena pohonem o výkonu 0,37kW. Na obvodu točny jsou umístěny čidla polohy. Pro hlídání a chránění pohonu je pohon vybaven termistory. Pomocí měniče umístěného v jednom z hlavních rozvaděčů je řízena rychlost pohonu. Napájení je provedeno pomocí flexibilního kabelu, ve kterém se nacházejí kabelové rozvody pro všechna čidla v prostoru točny. Pokud přijde požadavek na zaparkování nebo vyparkování točna se otočí, v opačném případě točna nebude dělat nic. Jestliže bude automobil splňovat všechny podmínky, tak je paleta otočena o 90 stupňů směrem k vnitřním vratům.

Převážecí vozík po otevření vrat najede na úroveň točny. Vozíky se nacházejí v každém nadzemním podlaží jsou řízeny pomocí bezdrátové WI-FI sítě. Komunikace mezi vozíkem a řídicím systémem probíhá už v době kdy je automobil umístěn na točně.

Na převážecím vozíku – skipu jsou umístěny tři pohony, které se starají o pohyb skipu a manipulaci s paletou. První pohon, jehož výkon je 2,2kW obstarává pojezd skipu po celé trase podél parkovacích boxů. Druhý pohon má výkon 0,75kW a stará se o pohyb teleskopu, sloužící k vyzvednutí palety z parkovacího místa. Třetí pohon má výkon 0,75kW, je napojen na řetěz, který přesouvá paletu na parkovací místo.

Na skipu se nachází rozvaděče s frekvenčními měniči pro tyto pohony. Pohon se napájí z troleje umístěné na konstrukci budovy podél parkovacích boxů.

Pohony jsou vybaveny termistory, které hlídají teplotu pohonu a chrání pohony před přetížením. Inkrementálními čidly jsou vybaveny pohony řetězu a pojezdu vozíku. Skipy jsou vybaveny laserovými dálkoměry, aby nedošlo k přejetí skipu za koncovou polohu. Jestliže dojde k přejetí koncové polohy, je odpojeno napájení pohonu, tedy napájecí troleje prostřednictvím koncového vypínače.

Výtah je další částí technologie v ADCO. Cílem výtahu je přemístit paletu nebo paletu s automobilem do určeného podlaží. Pohon výtahu je tvořen dvěma motory, které jsou mechanicky spojeny. Motory mají stejný výkon to je 9,2kW. Jsou řízeny frekvenčním měničem, které jsou umístěny v rozvaděči blízko výtahové šachty a jsou propojeny sítí Profibus.

Na výtahu se nachází čidlo polohy s řemínkovým enkoderem, které slouží pro správné zastavení v určitém podlaží a přesné vyhodnocení polohy výtahu. Dále je vybaven inkrementálním čidlem, které zpětně předává informace o otáčkách motorů do měniče.

Výtah je vybaven čtyřmi brzdami, které v případě poruchy výtah zastaví. Brzdy mají nezávisle řídicí jednotky. Na dvě brzdy je jedna řídicí jednotka. Hmotnost automobilu je hlavním faktorem při přenosu automobilu, jestliže je povolená hmotnost překročena, výtah je zablokován.

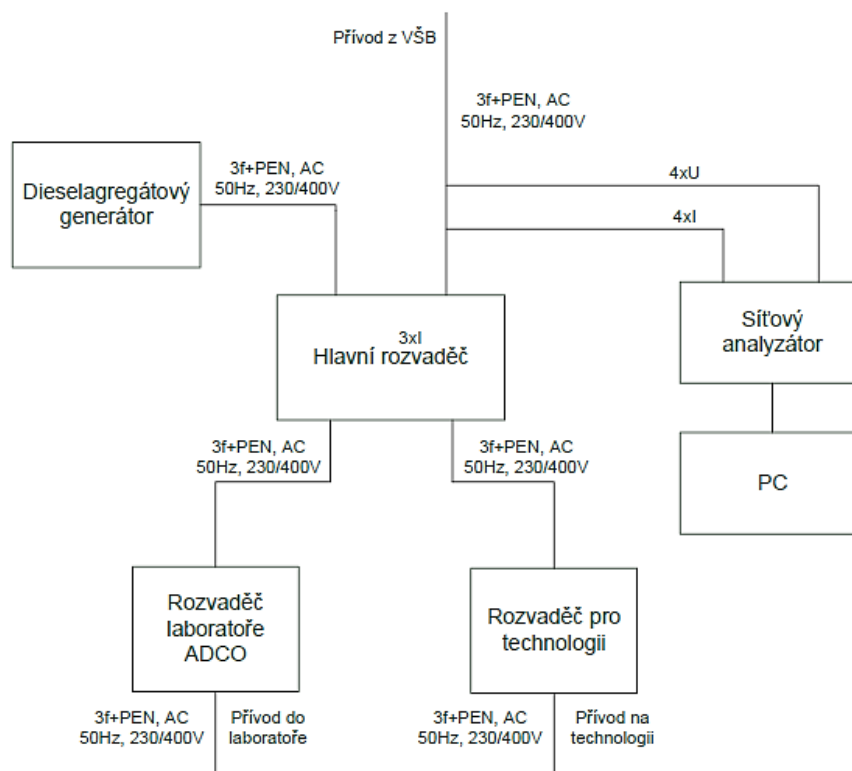
V každém patře je jeden převážecí vozík – skip pro přemístění palety nebo palety s automobilem. Tyto vozíky jsou řízeny pomocí bezdrátové WI-FI sítě. Pomocí řídicího systému SIMATIC ET200S, který vysílá signály k vozíku a PLC S7 1200, který tyto signály zpracovává, se řídí celý proces zaparkování nebo vypakovávání automobilu.

Indukční čidlo je umístěné na každém parkovacím místě, které zjišťuje přítomnost automobilu. Do datových boxů, které jsou umístěné ve druhém až čtvrtém patře se ukládají všechny informace ze všech čidel a řídicích systémů. [1]

## **2.3 Druhy měření energetické náročnosti technologie automatizovaného parkovacího domu**

Pro napájení těžké laboratoře ADCO je navržen systém, který monitoruje energetickou náročnost ADC. Tento systém se nachází na přívodu do hlavního rozvaděče, tedy na přívodu elektrické energie do celého objektu. V dnešní době existuje celá řada digitálních měřících přístrojů od různých výrobců a distributorů pro měření elektrické energie, využívají se různé metody měření. Uvedu pro příklad metody méně přesné a metody přesnější. Do méně přesných metod spadá metoda pomocí tří wattmetrů nebo tzv. Aronovo zapojení. Pro vlastní měření můžeme například využít metodu tří wattmetrů. Každý wattmetr je připojen na jednu fázi trojfázové sítě. Na tyto wattmetry se připojí datalogger pro ukládání a sběr měřených dat, poté se data uloží do počítače pro následnou analýzu. Při měření pomocí Aronova zapojení se využívají dva wattmetry, které jsou připojeny do dvou fází přívodu trojfázové sítě. Výkon třetí fáze se dopočítá. Tyto klasické měřicí metody se již v dnešní době moc nepoužívají z důvodu, že při tomto zapojení vzniká řada chyb způsobených zejména měřicími přístroji i měřicí metodou.

Pro přesnější měření energie můžeme využít trojfázového elektroměru zapojeného v místě měření. Jedná se o pravděpodobně nejjednodušší měření energie. V dnešní době je celá řada možných použitelných elektroměrů například elektroměry s LCD displeji, které zobrazují aktuální hodnoty měřených veličin a také některé dopočítávané hodnoty elektrické sítě, například účinník. Tyto elektroměry ve většině případu obsahují impulzní výstup a někdy i komunikační rozhraní pro komunikaci s jiným zařízením. Zpravidla se tyto elektroměry připojují do nějakého dalšího zařízení například HW modul PLC nebo přes kartu do PC, kde provádíme analýzu měřených dat pomocí jiných SW nástrojů. Elektroměry mají většinou tu nevýhodu, že neumožňují přímou analýzu dat a snadnou komunikaci s PC. Další možností je využití síťového analyzátoru pro měření a analýzu elektrické energie. Analyzátory mají většinou implementovány vlastní firmware pro měření různých veličin včetně elektrické energie a komunikaci s PC i vlastní software pro analýzu dat. Analyzátorů je celá řada a vyrábí je různí výrobci.



**obr. 2.5:** Schéma zapojení pro měření spotřeby elektrické energie [6]

Pro měření může být využit například síťový analyzátor BK-ELCOM v provedení ENA330 s firmware 2.8. Patří do skupiny komplexních a modulárních analyzátorů. Tento analyzátor můžeme přímo vložit do rozvaděčové skříně, protože nám to dovolují jeho rozměry. Analyzátor bohužel nemá integrované ovládací prvky, tudíž je nutné mít PC nebo notebook s rozhraním Ethernet s příslušným programem pro jeho konfiguraci. Je potřeba nainstalovat SW systém BK-ELCOM na PC nebo notebook. Analyzátor také využívá rozhraní USB.

Analyzátor při snímání měřených veličin využívá přímé napěťové vstupy a proudové sondy připojené k proudovým vstupům. Při měření musí být analyzátor po celou dobu měření připojen do elektrické zásuvky. Analyzátor měří kontinuálně, tedy bez přerušení.

#### **Technická parametry síťového analyzátoru BK-ELCOM v provedení ENA330:**

Interval ukládání volitelně:	k*0,2s/3s/k*1min./10min./15min./2h
Rozsah pracovní teploty:	0 až +50°C
Rozměry:	66 x 308 x 257mm
Hmotnost:	1,5kg
Počet napěťových vstupů:	4
Vstupní rozsahy napěťových vstupů:	450V, 250V, 110V, 65V
Přesnost měření napětí:	±0,1%
Podporovaná měřicí zapojení:	1f, 3f, 3f+N, hvězda, trojúhelník a Aron
Počet proudových vstupů:	4

Vstupní rozsahy:	Podle použitých proudových kleští
Přesnost měření proudu:	$\pm 0,1\%$
Kapacita operační paměti:	512MB RAM
HDD:	CF 2GB
Rozhraní:	USB, Ethernet
A/D převodník:	16 bitů
Vzorkovací frekvence:	9600S/s, 19200S/s, 38400S/s
Napájení:	180-265V AC při 47-63Hz
Příkon:	20VA



**obr. 2.6:** Analyzátor BK ELCOM v provedení ENA 330 [6]

#### Vzorkování a časové intervaly:

Analyzátor měří kontinuálně, tedy bez přerušení. Základní vyhodnocovací interval dle platných norem pro analýzu elektrické energie je  $T_w = 10$  period měřeného signálu. Pro signál o frekvenci 50Hz je  $T_w = 200\text{ms}$ .

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{50} = 20\text{ms} \quad (2.1)$$

$$T_w = 20\text{ms} \cdot 10 \text{ period} = 200\text{ms} \quad (2.2)$$

Pro vyhodnocení celé řady parametrů jako jsou: harmonické napětí, RMS hodnota napětí a nesymetrie napětí je základním vyhodnocovacím parametrem dle normy ČSN EN 61000-4-30 deset period signálu pro síť s frekvencí 50Hz a pro síť s frekvencí 60Hz dvanáct period signálu. Z toho vyplývá, že základní časové okno  $T_w$  je stejné pro 50Hz i 60Hz síť a to se rovná 200ms, tudíž i

vzorkovací frekvence může být shodná. V síťovém analyzátoru BK-ELCOM se používá algoritmus sběru dat, kde je vzorkovací frekvence  $f_{vz}=9600\text{vz/s}$ . Počet vzorků v základním okně vyhodnocení, je  $N_{10} = 1920$  vzorků při šířce časového okna  $T_w=200\text{ms}$ . Z toho vyplývá, že pro jednu periodu měřených časových průběhů je k dispozici  $N_1=192$  vzorků.

$$N_{10} = \frac{f_{vz}}{5} = 1920 \text{vzorků} \quad (2.3)$$

$$N_1 = \frac{N_{10}}{10} = 192 \text{vzorků} \quad (2.4)$$

#### Softwarové moduly analyzátoru BK-ELCOM

Jde o paralelně pracující moduly implementované v síťovém analyzátoru. Základní varianta implementovaných softwarových modulů analyzátoru je:

FFT analyzátor harmonických

- Osciloskop
- Vektorskop
- Monitor výkonů a energií
- Měřič blikání (flickr)
- Monitor napětí

#### Další rozšiřující SW moduly jsou:

- Tranzientní zapisovač analogových a digitálních vstupů
- Zapisovač poruchových dějů
- Analyzátor HDO
- Monitor alarmů
- Analyzátor symetrických složek
- Analyzátor zkratové impedance sítě v místě měření
- Monitor efektivní hodnoty napětí
- Monitor půlperiodových RMS extrémů U a I
- Zapisovač doplňujících analogových veličin
- Modul dálkového ovládání analyzátoru
- Replikace naměřených dat do databáze MS SQL a ORACLE

Dále se systém BK-ELCOM skládá z několika SW komponent:

- BK-Node
- BK-Touch
- BK-Report
- BK-Dataserver

BK-Node je samotný firmware síťového analyzátoru, který uskutečňuje měření dat veličin. Jestliže je počítač připojen k analyzátoru, potom je BK-Node spuštěn a běží na síťovém analyzátoru a jestliže jde na počítači, pak se nachází v simulačním módu.

Pomocí grafického uživatelského rozhraní BK-Touch, které je navrženo pro BK-Node se konfiguruji a nastavují různé parametry měření, ukládají a zobrazují se naměřená data. Toto uživatelské rozhraní se dá ovládat dálkově přes Ethernet pomocí SW komponenty BK-Remote.

Nástroj, který provádí export dat ze síťového analyzátoru se nazývá BK-Report. Umí také zobrazit data po exportu, zpracování, analýzu a tisk protokolu z naměřených hodnot.

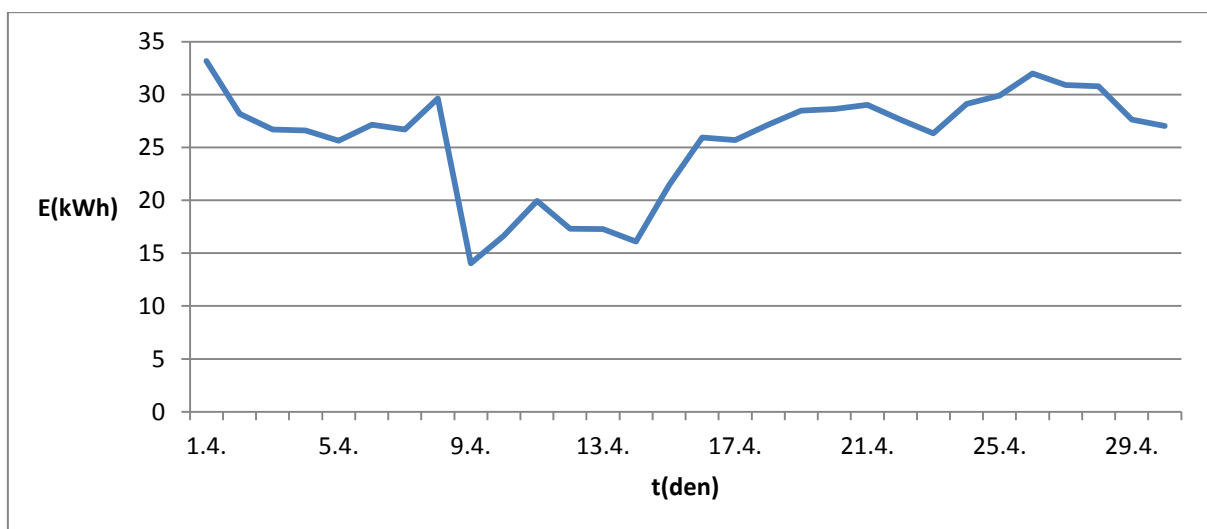
Postup při měření energetické náročnosti ADCO:

1. Vybrání vhodného místa pro měření elektrické energie
2. Připojení měřících proudových kleští a napěťových sond analyzátoru ENA330
3. Připojení analyzátoru k počítači
4. Nastavení analyzátoru pro měření
5. Měření elektrické energie ADCO a uložení naměřených dat do paměti analyzátoru
6. Vizualizace naměřených dat
7. Výsledky měření elektrické energie [6]

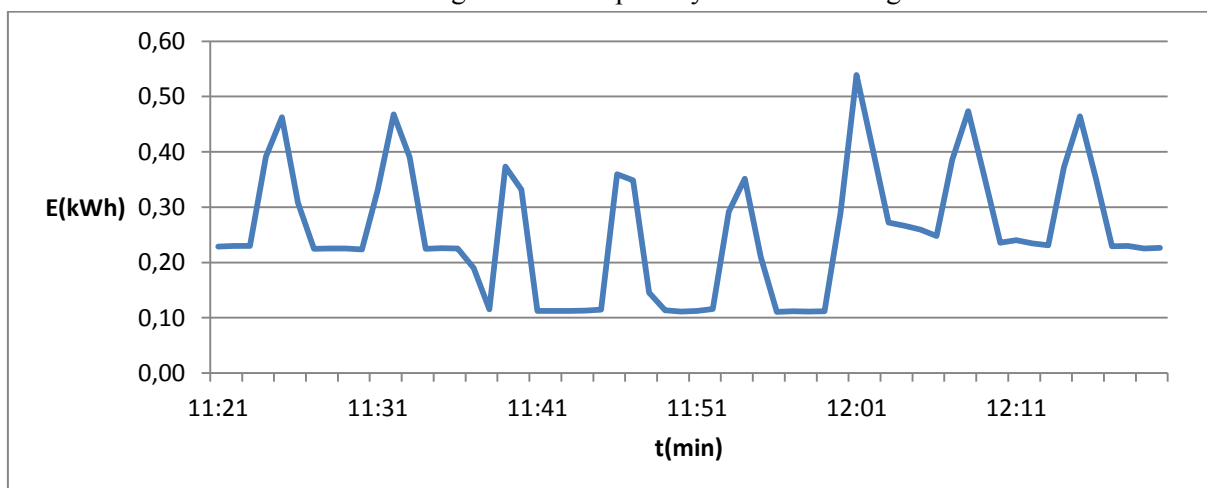
### 3 Vyhodnocení dlouhodobého měření spotřeby budovy ADC

#### 3.1 Ukázka naměřených dat celkové spotřeby

Spotřeba budovy ADC se pohybuje okolo 1kWh záleží na topení, jak hodně se topí v budově a jestli vykovává proces parkování. Když je topení vypnuté spotřeba jde pod 1kWh, když se topí, spotřeba se zvýší nad 1kWh. Průměrná denní spotřeba vychází na 25,76kWh, měsíční spotřeba vychází na 776kWh.

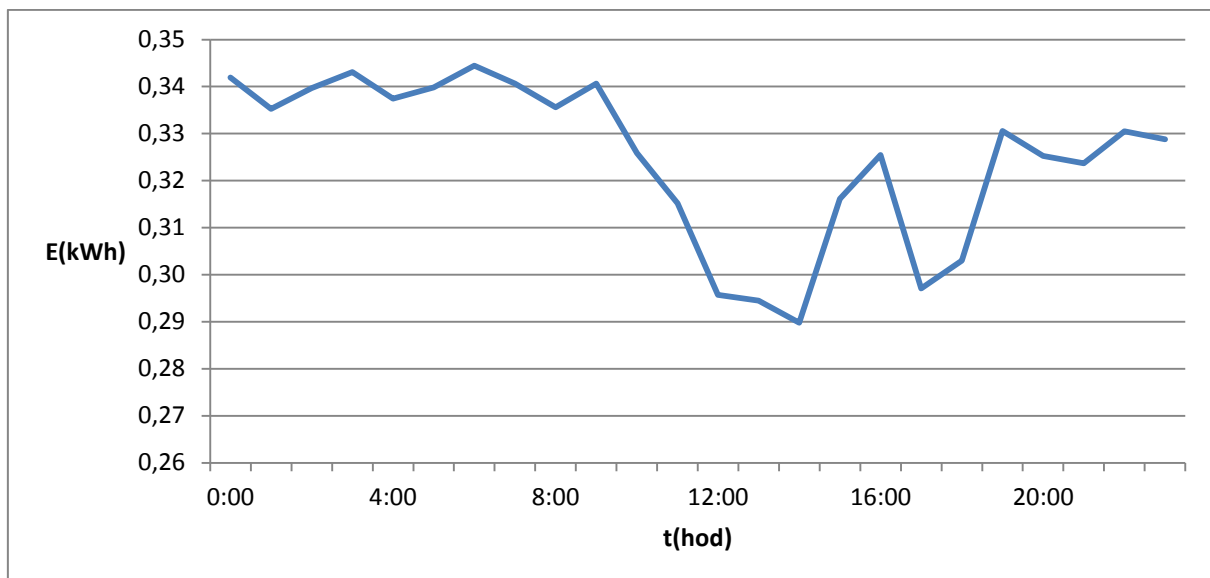


obr. 3.1 : Ukázka dat graf celkové spotřeby elektrické energie za měsíc

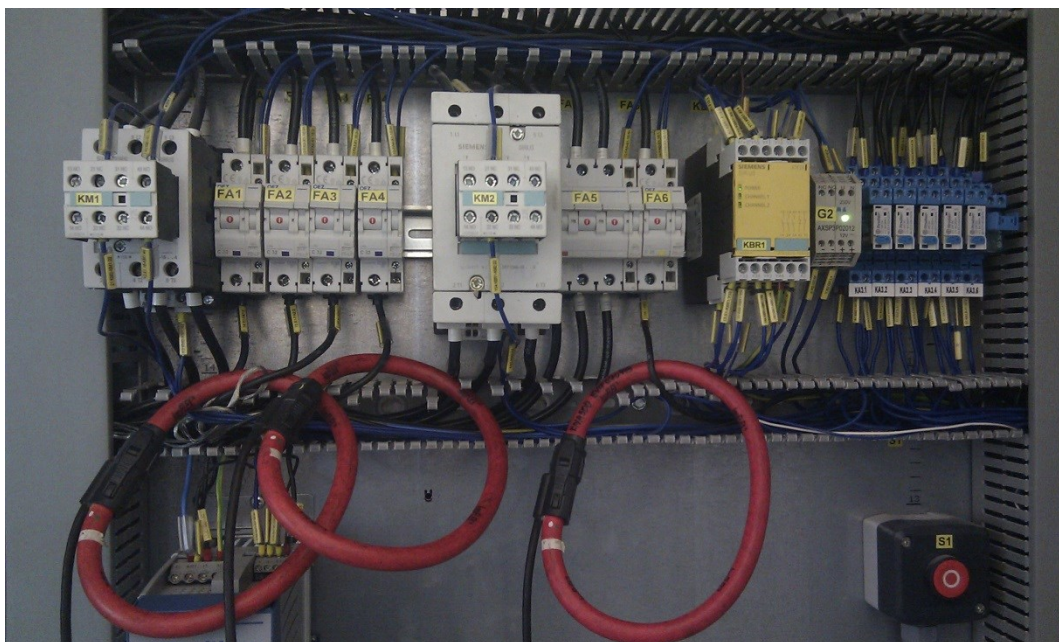


obr. 3.2: Ukázka dat graf celkové spotřeby elektrické energie za hodinu





*obr. 3.3 :* Ukázka dat graf celkové spotřeby elektrické energie za jeden den



*obr. 3.4:* Měření spotřeby elektrické energie pomocí BK ELCOM

### 3.2 Návrh měřicího systému

Pro dlouhodobé měření elektrické energie v budově ADC jsem vybíral ze dvou variant měřících přístrojů od různých výrobců. První variantou je měřicí systém pro elektrické instalace, vícekanálový analyzátor sítě DIRIS Digiware od firmy SOCOMEC. Druhou variantou jsou analyzátoři pro dálkové sledování a záznam spotřeby elektrické energie, její řízení a monitoring parametrů kvality od firmy KMB SYSTEMS.

První varianta: DIRIS Digiware je efektivní řešení pro měření elektrických parametrů sítě, spotřeby energie a také monitorování kvality energie dodávané z elektrické rozvodné soustavy. Celý systém DIRIS DIGIWARE je jako jeden analyzátor sítě, který se skládá z jednotlivých funkčních

modulů. Každý modul má určitou měřicí funkci a celkově lze poskládat analyzátor sítě s měřením až 32 trojfázových vývodů. Převodník komunikační části systému DIRIS Digiware je převodník, který je schopný všechna naměřená data předat dále pro další zpracování. V nabídce jsou dvě varianty převodníků. Modulový typ DIRIS DIGIWARE C s rozhraním RS485 (MODBUS RTU) nebo displejový typ DIRIS DIGIWARE D s rozhraním ETHERNET (MODBUS TCP). Displejová verze je také schopna zobrazovat naměřená data z jednotlivých měřicích modulu systému a je schopna zobrazit až 32 samostatných zátěží. Měřicí napěťový modul DIRIS DIGIWARE U-x měří napětí v síti a informace předává přes rozhraní DIGIWARE BUS do proudových modulů. V celém systému je pouze jeden napěťový modul. Na výběr je z několika typu napěťových modulů dle vybavenosti od základního měření fázových a sdružených napětí přes měření THD až po analýzu sítě dle EN50160 a napěťové nesymetrie. Měřicí proudový modul DIRIS DIGIWARE I-xx se stará o měření proudu pomocí proudových senzorů připojených na konektor RJ12. Dle požadavků na množství měřených elektrických parametrů sítě se zvolí typ proudového modulu a počet měřicích proudových vstupů. Proudové senzory jsou měřicí transformátory proudu s digitálním výstupem. S proudovými moduly se propojují pomocí konektoru RJ12. Díky tomu odpadají konstrukční problémy při zapojení a sníží se počet chyb vlivem špatného zapojení. Vzhledem k digitálnímu výstupu ze senzoru je modul schopný rozpoznat a nastavit správný převodový poměr a případně rozlišit i směr procházejícího proudu. Šechny moduly, jak pro měření napětí a proudu, tak komunikačního rozhraní, tedy podstatná část měřicího systému, jsou umístěny na liště DIN. [20]

Druhá varianta: Analyzátor od firmy KMB SYSTÉM jsou navrženy pro dálkové sledování, záznam spotřeby elektrické energie, její řízení a monitoring parametrů kvality. Jsou určeny pro snadnou instalaci na DIN lištu a nabízí širokou paletu komunikačních rozhraní pro aplikace v automatizaci, v oblasti řízení moderních budov, dálkového dohledu na infrastrukturu anebo optimalizace odběru. Je podporován naší aplikací ENVIS. Provedení bez uživatelského displeje snižuje atraktivitu zařízení a minimalizuje tak riziko poškození a nebo zničení tohoto zařízení nepovolanou osobou v snadno přístupných prostorách. Další popis jednotlivých analyzátorů viz níže. Cena jednoho analyzátoru se pohybuje okolo 10 tisíc. [9]

Pro měření spotřeby elektrické energie jsem si vybral analyzátor od firmy KMB SYSTEMS, z důvodů lepšího rozložení počtu proudových vstupů a finančního hlediska. Dále pro naše měření jsou vhodnější menší proudové sondy bez RJ12 konektorů.



**obr. 3.5:** Funkční části systému DIRIS DIGIWARE [20]

Z naměřených hodnot vyplývá, že hlavními parametry pro analyzátoři KMB je druh měřené veličiny stejnosměrné nebo střídavé a velikost napětí a proudu. Zohlednit musíme také počet měřících bodů. Měřících bodů je 22 z toho vyplývá, že je potřeba zvolit ideální počet analyzátorů pro měření, z důvodu hospodárnosti a efektivnosti. Proto volíme analyzátoři tak, aby byly pokud možno využity všechny měřící vstupy. Ke každému analyzátoru jsou připojeny proudové sondy, které se vybírají dle varianty analyzátorů a typu měřícího místa.

Z celkového počtu 22 měřících bodů je 5 bodů měřeno stejnosměrně (M1, M2, M3, M4, M5<sub>1,2,3</sub>) a zbylé body jsou měřeny střídavě. Mezi stejnosměrné měřící body patří dvě fotovoltaiky (FVE), vstup střídače pro e-car, baterie a vstup měniče HS. FVE mají shodný výkon 5kW, nejvyšší měřené napětí je 375 V a proud nepřekročí 15A. Budeme měřit vstup FVE jedné a druhé větve. Na vstupu FVE 2 se bude také měřit vstup střídače pro e-car. Na obou FVE se bude měřit proud a napětí, na střídači se bude měřit pouze proud, hodnota proudu bude maximálně 15A. Dalším měření je přívod baterie, která je připojena přes měniče na stejnosměrnou sběrnici. Baterie je na napětí 48V a proud je 500A, na baterii budeme měřit proud a napětí. Dále měříme vstup a výstup hybridního střídače. Na vstupu se měří 3xI stejnosměrně, maximální měřený proud je 3x150A. Na výstupu měříme střídavý proud i napětí třífázově, maximální proudy budou do 35A. Parametry hybridního střídače jsou 400/3x230V, 20kW. Točna je vybavena jedním motorem o výkonu 0,37kW, budeme měřit proud i napětí, nejvyšší proud zde bude 1,8A. Osvětlení, kde jsou převážně svítidla zářivkové nebo kompaktní zářivky, v technických místnostech jsou svítidla průmyslová zářivková. Osvětlení bude měřeno 3xU a

3xI, maximální proud bude 13A při napětí 230V. Dalším měřicím bodem je semafor, který se měří střídavě, měříme proud a napětí při napětí 230V a proudu 1,08A. Vrata se měří jednofázově 1xU a 1xI nejvyšší naměřený proud by neměl přesáhnout 3,61A. Dalšími měřicími body jsou pokladna a EPS ty se měří střídavě jednofázově při napětí 230V a proudem 2,71A. Větrací klapky s nejmenším proudovým odběrem 0,541A se měří 1xU a 1xI při napětí 230V. Na všech skipech (trolejích) se měří proud 1xI a napětí 1xU. Proud by neměl přesáhnout na jednotlivých skipech 16,2A při napětí 230V. Posledním měřicím místem je dieselagregát, který by nám měl v případě výpadku elektrické energie zajistit fungování ADC. Výkon dieselagregátu je 28kW. Měřit budeme výstupní napětí a proudy, proud by neměl přesáhnout 50A. Výše uvedené údaje jsou zpracované pod textem v tabulce.

**tab. 3.1:** Popis jednotlivých měřených bodů

Měřicí bod	Typ (AC/DC)	Popis	$U_n$ (V)	$I_n$ (A)	Měření U	Měření I
M1	DC	FVE 1	375	15	1xU	1xI
M2	DC	FVE 2	375	15	1xU	1xI
M3	DC	Vstup střídače pro e-car	375	15	0xU	1xI
M4	DC	Baterie	48	500	1xU	1xI
M5 <sub>1,2,3</sub>	DC	Vstup HS	48	3x150	0xU	3xI
M6	AC	Výstup HS	230	3x35	3xU	3xI
M7	AC	Točna	230	1,8	1xU	1xI
M8	AC	Osvětlení	230	13	3xU	3xI
M9	AC	Semafor	230	1,08	1xU	1xI
M10	AC	Vrata	230	3,61	1xU	1xI
M11	AC	Pokladna	230	2,71	1xU	1xI
M12	AC	EPS	230	2,71	1xU	1xI
M13	AC	Větrací klapky (váha)	230	0,541	1xU	1xI
M13	AC	Trolej 1	230	16,2	1xU	1xI
M15	AC	Trolej 2	230	16,2	1xU	1xI
M16	AC	Trolej 3	230	16,2	1xU	1xI
M17	AC	Trolej 4	230	16,2	1xU	1xI
M18	AC	Výtah	230	41,5	1xU	1xI
M19	AC	Datový box 2	230	5,41	1xU	1xI
M20	AC	Datový box 3	230	5,41	1xU	1xI
M21	AC	Datový box 4	230	5,41	1xU	1xI
M22	AC	Dieselagregát	230	50	3xU	3xI

Pro měření jednotlivých spotřeb pro ADC jsem vybral analyzátory SMC 144, SMC 114, SMD 112 a SMD 114. Analyzátory a data loggery SMC xxx jsou pro střídavé měření spotřeby, spotřeba se měří pomocí proudových transformátorů. Typ proudových transformátorů je JC10F. Pro stejnosměrné měření se používají analyzátory SMD xxx spotřeba je měřena pomocí variant X/4V Hallovyh sond.



**Obr. 3.6:** Proudový transformátor

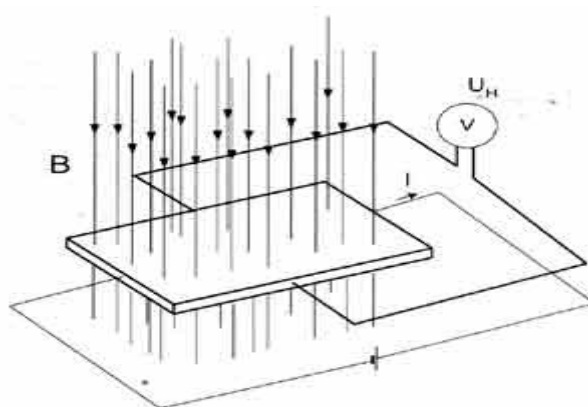


**Obr. 3.7:** Hallova sonda

### Typy proudových sond

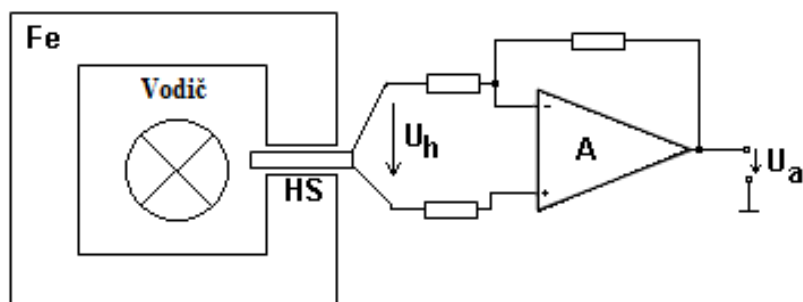
Proudová sonda s Hallovým článkem je tvořena tenkou polovodičovou destičkou, kde jsou umístěny dva páry kontaktů. Na širší straně destičky jsou kontakty pro přívod proudu a na užší straně destičky jsou kontakty výstupního Hallova napětí. Jestliže Hallův článek vložíme do magnetického pole, bude skrz něj procházet indukční tok a přeskočí se náboje na jednu stranu. Vlivem rozdílného napětí uvnitř destičky vzniká napětí, které se dá vypočítat vzorcem  $U_h = k \cdot I \cdot B$ , kde  $k$  je konstanta (materiál a tloušťka destičky),  $I$  je stejnosměrný proud a  $B$  je magnetická indukce způsobená magnetickým polem.

[8]



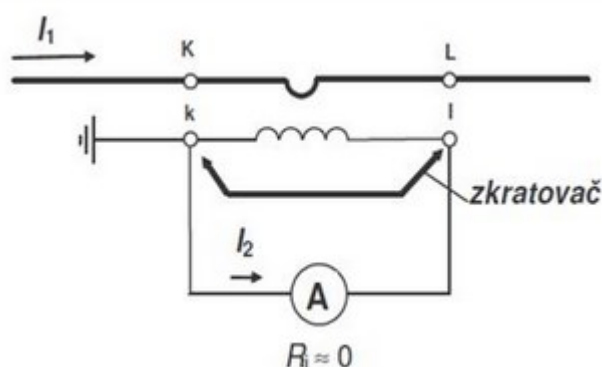
**obr. 3.8:** Hallův článek [7]

Pro naše měření využijeme Hallovo sondu s otevřenou smyčkou. Vodičem protéká stejnosměrný proud a kolem vodiče vzniká magnetické pole. Magnetické pole indukuje v jádře Fe magnetický tok, prochází přes Hallovo sondu, ta je vložena do vzduchové mezery v jádře. Jakmile přes destičku Hallovy sondy prochází magnetický tok, vzniká Hallovo napětí  $U_h$ , většinou je velmi nízké proto je zesíleno přes zesilovač A, na výstupu je zesílené napětí  $U_a$ . Výsledné napětí  $U_a$  nebo  $U_h$  je přímo úměrné měřenému stejnosměrnému proudu. [8]



**obr. 3.9:** Hallova sonda s otevřenou smyčkou [8]

Měření střídavých proudů se využívá měřicího transformátoru proudu. Na primární vinutí je malý počet závitů a je zapojeno do série s měřeným obvodem. Sekundární vinutí s velkým počtem závitů je připojeno k ampérmetru, který má co nejmenší vnitřní odpor, aby měřicí transformátor proudu pracoval ve stavu nakrátko. [18]

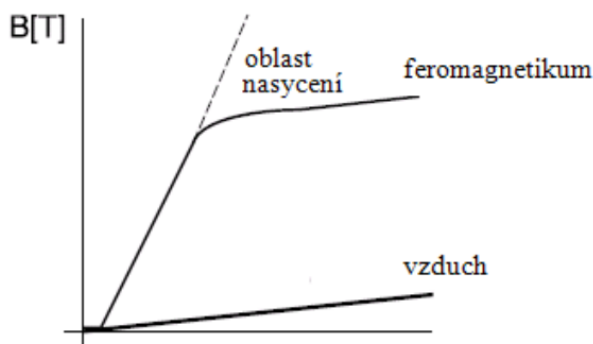


**obr. 3.10:** Zapojení měřicího transformátoru proudu [18]

Měření střídavého proudu protékajícího vodičem je založeno na použití proudového transformátoru. Střídavé magnetické pole kolem vodiče, které je přímo úměrné proudu protékajícímu vodičem, naindukuje v měřicím transformátoru střídavé napětí. Při vhodné konstrukci a správném zatížení transformátoru je výstupní napětí přímo úměrné proudu v měřeném vodiči. Snad největší výhodou této metody je fakt, že měřicí obvod je galvanicky oddělen od měřeného vodiče a zároveň transformátor nevnaší do měřeného obvodu žádnou přidanou zátěž ani ho nijak neovlivňuje. Pokud bychom chtěli jít do detailů, transformátor odebírá z měřeného vodiče zanedbatelné množství energie o velikosti desítek mW/10A, které se ztrácí ve vinutí transformátoru a zátěži transformátoru. Každý proudový transformátor je navržen pro určité zatížení, tj. při určitém zatížení poskytuje nejpřesnější výsledky.[19]

Transformátor je zatížen chybou způsobenou magnetizačním proudem  $I_0$ . Abychom ho minimalizovali, požadujeme na sekundárním vinutí co nejmenší impedanci, čímž dosáhneme

Snížení indukovaného napětí  $U_i$ . Sekundární svorky se nesmí nikdy rozpojit. Jednak dojde k přesycení jádra, čímž se zkreslí výstupní průběh napětí a na víc je na výstupu kvůli velkému počtu sekundárních závitů vysoká hodnota napětí, která by mohla prorazit izolaci sekundárního vinutí. Proto jsou tyto transformátory vybaveny zkratovacími svorkami. Malému indukovanému napětí odpovídá malý magnetický tok jádra  $\Phi$ . Aby magnetizační proud vytvořil potřebný magnetický tok, musí být magnetický odpor jádra co nejmenší. Z toho důvodu je nutný dostatečný průřez magnetického jádra z kvalitního feromagnetického materiálu bez vzduchových mezer. Transformátor proudu je dále zatížen chybou úhlu, která je rovněž způsobena velikostí magnetizačního proudu. Transformátor pracuje nakrátko a primární vinutí je nejčastěji reprezentováno jedním, nebo půl závitem v případě měřicích kleští, kdy vodič prochází magnetickým jádrem. [16]



obr. 3.11: Magnetizační charakteristika [17]

### 3.3 Popis použitých analyzátorů

#### Analyzátor SMC 144

Analyzátor slouží pro dálkové sledování a záznam spotřeby elektrické energie, její řízení a monitoring parametrů kvality. Analyzátor lze snadno nainstalovat na DIN lištu, a poskytuje rozsáhlou paletu komunikačních rozhraní pro aplikace v automatizaci, dálkový dohled na infrastrukturu, oblast řízení moderních budov a optimalizace odběru. Jeho vstupy, výstupy a komunikační rozhraní lze rozšířit zákaznickými přídatnými moduly. Analyzátor implementuje protokoly ModBus a M-Bus a je ideálním zdrojem dat pro každý moderní systém SCADA. Je samozřejmě také podporován naší aplikací ENVIS. Do vnitřní paměti ukládá zátěžové profily, odečty elektroměru, události a pravidelně i všechny ostatní měřené veličiny. Absence displeje a klávesnice snižuje možnost nechtěného zásahu cizích osob do chodu systému.

#### Připojení a měření

- až čtyři nezávislé napěťové vstupy měřené vůči společnému (střednímu) vodiči
- až čtyři průvlekové (varianta P) nebo dělené (varianta S) proudové senzory
- nominální proud volitelně v rozmezí 5 až 300 resp. 600 A
- dva digitální vstupy (varianta D)
- jedno relé nebo pulzní výstup (varianta R resp. varianta I)
- funkce mohou být rozšířeny pomocí externích V/V modulů (s modulem Modbus Master)
- napájení:
  - pomocné napětí 75 - 510 Vstř nebo 80-350 Vss (varianta N)
  - nízké pomocné napětí 24-48 Vstř nebo 20-75 Vss (varianta L)
- 128 vzorků na periodu kontinuálně v intervalu 10 period (~200ms)



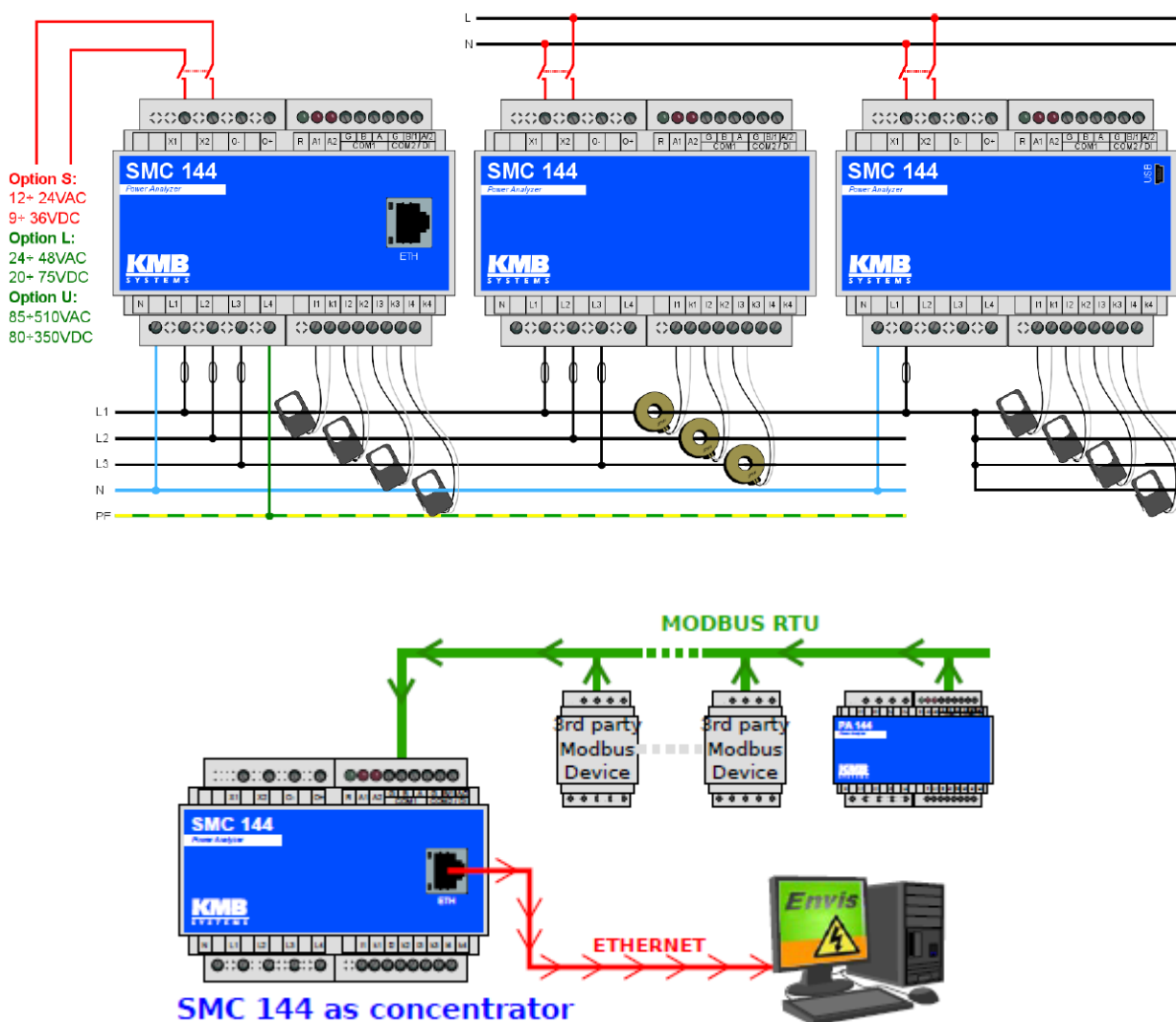
- výpočet 63 harmonických napětí a proudů
- vyhodnocení všech běžně měřených jedno- a třífázových veličin jako např. výkony (činný, jalový, zdánlivý, deformační a fundamentální činný a jalový výkon), účinník, harmonické a THD proudů a napětí

#### Záznam naměřených dat

- vestavěný obvod reálného času se záložní baterií
- paměť flash pro záznam měřených dat a událostí s kapacitou 512 MB
- interval agregace od 200 ms do 24 hodin
- zaznamenává napěťové výpadky

#### Přenos a vyhodnocování dat

- přenos dat a nastavení přístroje přes komunikační rozhraní USB, 2x RS-485, Ethernet (varianta E)
- vizualizační software ENVIS a konfigurační aplikace ENVIS.Daq
- podpora protokolů ModBus RTU, ModBus TCP a KMB.
- volitelně lze doplnit rozšiřující modul pro M-Bus [9]



obr. 3.12: Příklad typického zapojení [9]



### **SMC 114, SMD 112, SMD 114**

Analyzátor se používá pro samostatný nebo dálkový dohled nad jednofázovými spotřebami. Může se použít například pro fotovoltaické systémy, nabíjecí stanice, DC měniče, ale i pro obydlí a kanceláře. Analyzátor lze snadnou nainstalovat na DIN lištu. Instalaci na DIN lištu lze provést i bez vypnutí celého provozu s použitím naklapávacích transformátorů proudu. Analyzátor měří 1 napětí až 8 AC a/nebo DC (varianta X/4V) proudů/výkonů. K analyzátoru je možné připojit široké spektrum komunikačních rozhraní a protokolů umožňuje jednoduchou integraci do nadřazených systémů. V rozsáhlých automatizačních a monitorovacích systémech může být analyzátor doplněn dalšími přístroji jako je SMC 144 a PA 144. Konstrukční provedení SMC 114 bez displeje bylo navrženo tak, aby minimalizovalo zneužití nepovolanými osobami.

#### **Vlastnosti:**

- 1 napětí a až 8 proudů (8x1 fáze)
- AC a/nebo DC měření napětí nebo proudu
- plně programovatelný digitální vstup (reléový nebo pulsní)
- v základu RS-485, volitelně Ethernet nebo USB
- volitelný sekundární RS-485 nebo dva digitální vstupy
- funkce mohou být rozšířeny prostřednictvím I/O modulů (s fw. Modulem Modbus Master)

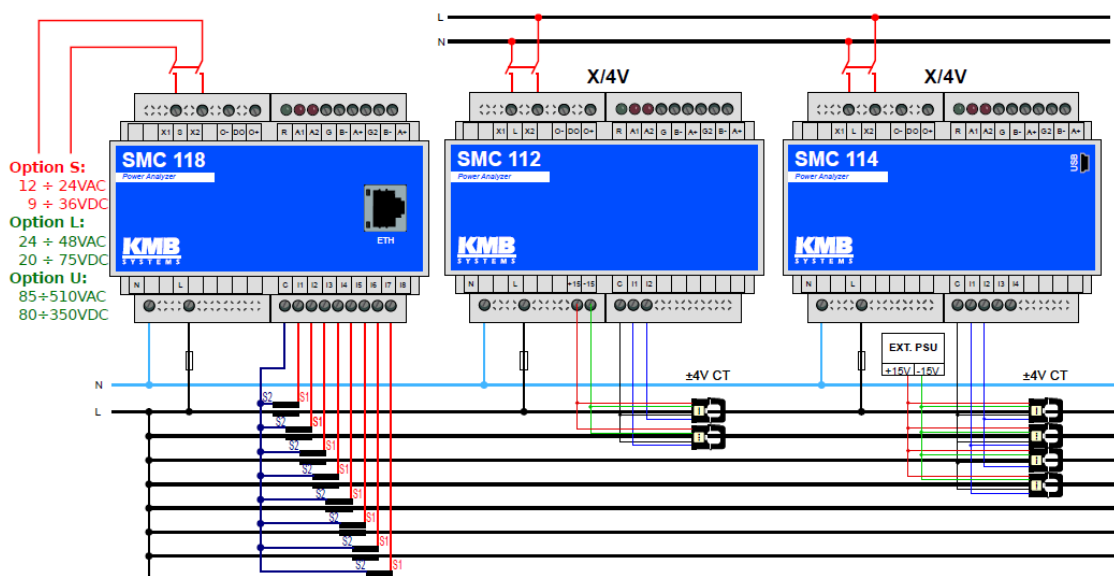
[10]

### **Aplikace ENVIS**

Pro analyzátory od firmy KMB byla vyvinuta aplikace ENVIS, která je určena k vyhodnocování měřených dat o spotřebě energie, hodnotách měřených veličin a o kvalitě napětí. Pro rychlé a snadné vyhodnocení dat jsou připraveny předdefinovaná hlášení (reporty). Nové funkce lze snadno doplňovat prostřednictvím pluginů. Data z přístrojů lze archivovat v komprimovaných CEA souborech či ukládat v databázi MS SQL serveru. Pro potřebu pokročilejších analýz je lze exportovat do tabulkového procesoru (formát XLS, CSV). Instalace ENVIS také obsahuje jednoduchý nástroj ENVIS.Daq pro konfiguraci, dohled a jednoduchou vzdálenou správu přístrojů. Program nabízí i možnost online sledování stavu přístroje a poskytuje základní funkce pro analytické zpracování a komfortní vizualizaci zaznamenaných jevů. Systémovou službu ENVIS.Online je pak možné nastavit na periodický odečet archivů a jejich automatické vyhodnocování.

#### **Vlastnosti aplikace ENVIS:**

- možnosti záznamu, archivace a vizualizace měření
- automatizované vyhodnocování parametrů
- zobrazení záznamů o spotřebě energie, výpadcích napětí a jiných nebezpečných jevech a poruchách
- vyhodnocení kvality napětí dle normy ČSN EN 50160 a požadavků PPDS
- jednoduché přehledné protokoly mohou být automaticky generované syst. službou a rozesílané emailem na zadané adresy
- program ENVIS.Daq umožňuje vzdálenou správu, monitoring a konfiguraci přístrojů
- správa archivů měření s podporou SQL databáze i binárních souborů
- podpora různých typů elektroměrů, měřicích přístrojů, analyzátorů kvality a regulátorů jalového výkonu. [11]



obr. 3.13: Příklad typického zapojení [12]

Mechanické parametry podle proudových sond dle typu:

Varianta Pxxx						Rozsah	Varianta Sxxx					
Typ	d	x	y	z	m		Typ	d	x	y	z	m
	[mm]					[A]		[mm]				
JP3W	7	24	27	11	11	005	JC10F	10	23	50	26	45
						015						
						025						
						035						
						050						
JP5W	13	37	41	14	37	075	JC16F	16	30	55	31	75
						100						
						150						
JP6W	19	49	51	20	70	200	JC24F	24	45	75	34	150
						250						
						300	JC36S-3	36	57	91	41	280
						400						
						500						
						600						

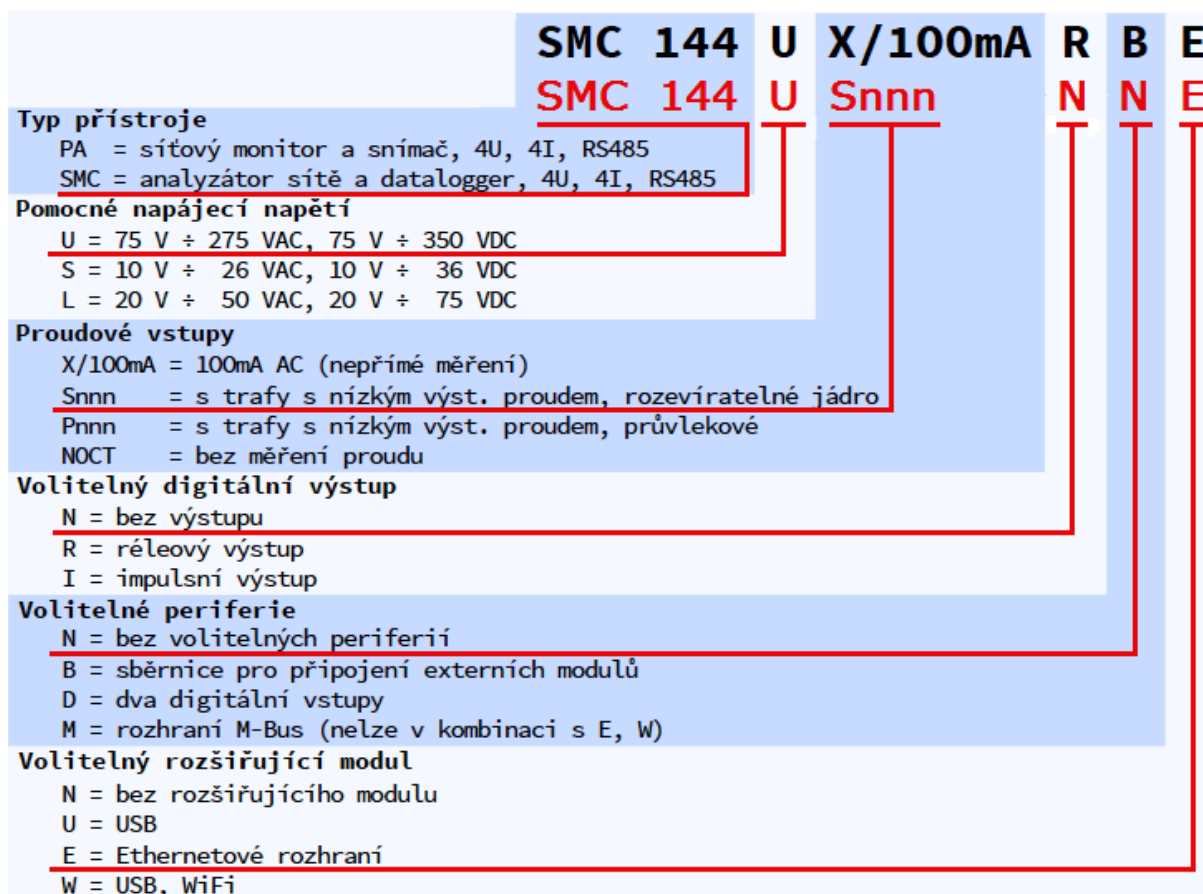
obr. 3.14: Příklad výběru proudové sondy – proudový transformátor [12]

Model transformátoru	Inom [A]	d [mm]	Připojení	Rozměry [mm]	Konstrukce
JS10NH – Inom	5,10,15,20,25,50	10	Vodič	41×24×27	Dělené jádro
JS16NH – Inom	75,100	16	Vodič	45×30×32	Dělené jádro
JS24NH – Inom	150, 200	24	Vodič	65×45×34	Dělené jádro
JS24SH – Inom	250, 300	24	Vodič	65×45×34	Dělené jádro
JS36SH – Inom	400, 500	36	Vodič	83×57×40	Dělené jádro

obr. 3.15: Příklad výběru proudové sondy – Hallova sonda [12]

## Popis výběru analyzátoru

Při výběru analyzátoru si nejprve musíme říct, které veličiny budeme měřit a při jakém napájecím napětí. Podle toho co potřebujeme měřit, si vybereme požadovanou variantu s napěťovými nebo proudovými vstupy nebo jejich kombinací. Poté si zvolíme velikost napájecího napětí. Dále si zvolíme proudové vstupy buď s trafo s nízkým proudem – rozevratelné jádro nebo s trafo s nízkým proudem – průvlekové, další možností je nepřímé měření a bez měření proudu. Podle zvolených proudových vstupů a velikosti měřených proudů si vybíráme proudové sondy. obr. 3.14 Dalším krokem je volba vybavení přístroje, zde si můžeme vybrat z digitálně volitelných vstupů, periférií a rozšiřujících modulů. V našem případě nám postačil jen jeden rozšiřující modul a to je Ethernetové rozhraní. Obdobným způsobem budeme vybírat i další měřicí přístroje zmíněné výše.



obr. 3.16: Příklad výběru měřicího přístroje [12]

Na měření spotřeby ADC bude použito celkem 11 měřících analyzátorů. Větší polovina analyzátorů měří jednotlivé měřicí body a druhá polovina měří více měřících bodů najednou, třetina analyzátorů měří střídavou energii a zbylé měří stejnosměrnou energii. Pro měřicí bod M1 což je fotovoltaika 1 bude použito proudové trafo D020 s maximálním proudovým odběrem do 20A a analyzátor SMD 112 s variantou jeden napěťový a jeden proudový vstup. Další měřicí body M2 - fotovoltaika 2 a M3 - vstup střídače pro e-car budou měřeny společně také SMD 112 s proudovým trafem D020, ale variantou jeden napěťový a dva proudové vstupy. Baterie, měřicí bod M4 se bude měřit samostatně 1xU + 1xI s proudovým trafem D500 do 500A analyzátozem SMD 112. Dále se měří

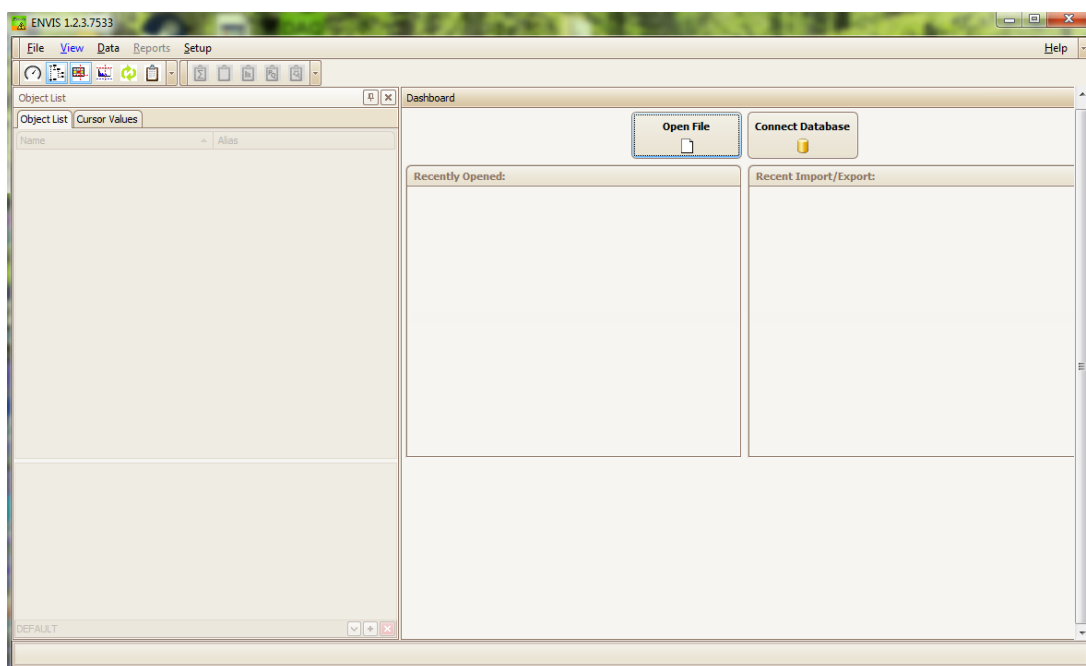
vstup M5 a výstup M6 napěťového měniče. Na vstupu měniče je SMD 114 s variantou 1xU + 1xI a proudovým trafem do 200A D200. Na výstupu je střídavý analyzátor SMC 144 s trafem S035 a variantou tří proudových a napěťových vstupů. Další měřicí modul je na točně M7 zde bude také varianta měření tří proudů a napětí. K měření použijeme SMC 144 a proudové trafo S005. Stejnou variantu měření použijeme i při měření osvětlení – M8. Proudové trafo bude S015 a analyzátor SMC 144. Zbylé měřicí moduly bude měřit analyzátor SMC 144 s variantou 4xU + 4xI, rozdíl v jednotlivých modulech bude pouze v použití proudových traf. Pro skupinu měřících bodů semafor, čtečku, EPS a váhu bude použito trafo do 5A, takže S005. Pro vrata, a datové boxy bude rovněž použito trafo S005. Pro jednotlivé měření skipů postačí trafo S0025 a pro poslední dvojici to je výtah a dieselagregát je určeno trafo s maximální proudem 50A tj. S050.

**tab. 3.2:** Návrh kontinuálního měření analyzátorů

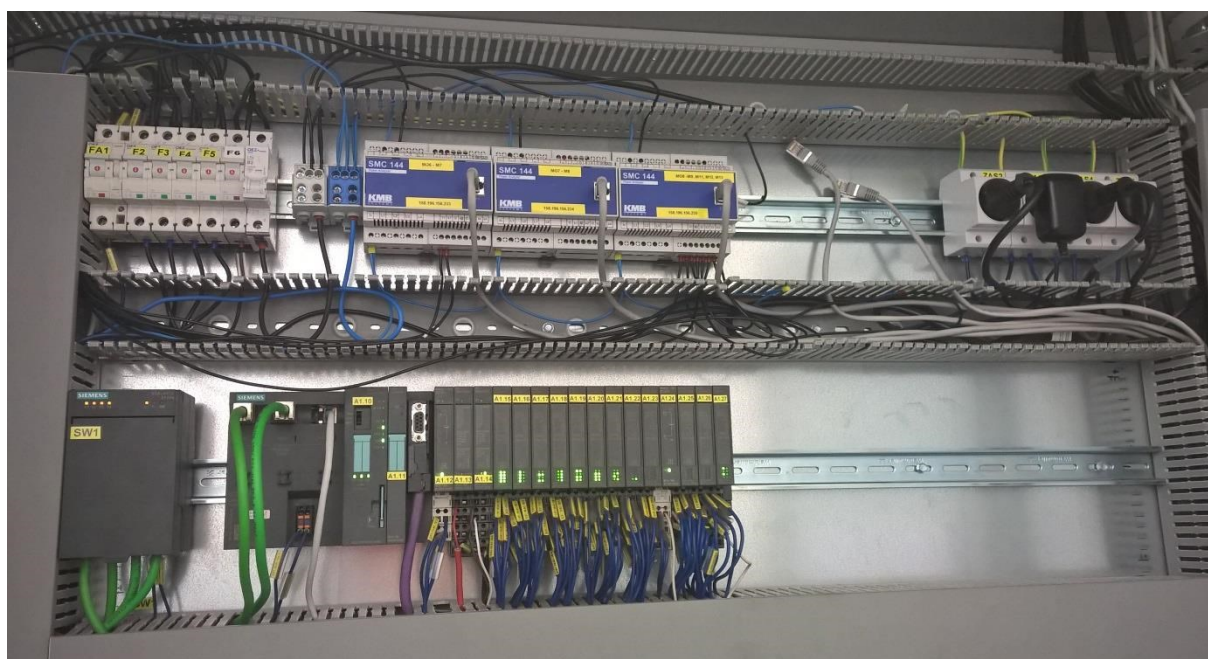
Měřicí moduly	Měřicí body	Varianta	Proudové trafo, typ	Modul - typ
MO1	M1	1xU + 1xI	D020, JS10NH	SMD 112 U X/4V N N E
MO2	M2+M3	1xU + 2xI	D020, JS10NH	SMD 112 U X/4V N N E
MO3	M4	1xU + 1xI	D500, JS36SH	SMD 112 U X/4V N N E
MO4	M5	1xU + 3xI	D200, JS24SH	SMD 114 U X/4V N N E
MO5	M6	3xU + 3xI	S035, JC10F	SMC 144 U Snne
MO6	M7	3xU + 3xI	S005, JC10F	SMC 144 U Snne
MO7	M8	3xU + 3xI	S015, JC10F	SMC 144 U Snne
MO8	M9+M11+M12+M13	4xU + 4xI	S005, JC10F	SMC 114 U Snne
MO9	M10+M19+M20+M21	4xU + 4xI	S005, JC10F	SMC 114 U Snne
MO10	M14+M15+M16+M17	4xU + 4xI	S025, JC10F	SMC 114 U Snne
MO11	M18+M22	4xU + 4xI	S050, JC10F	SMC 114 U Snne

#### **Ukázka dat z KMB a fotky z instalace analyzátorů**

V tomto podbodě bude ukázáno prostředí programu ENVIS, vstupní a výstupní data ENVIS. Dále zde budou fotky z instalace analyzátorů a připojení proudových transformátorů na jednotlivé měřicí body.



*obr. 3.17:* Prostředí programu ENVIS



*obr. 3.18:* Zapojení analyzátorů v rozvodné skříní

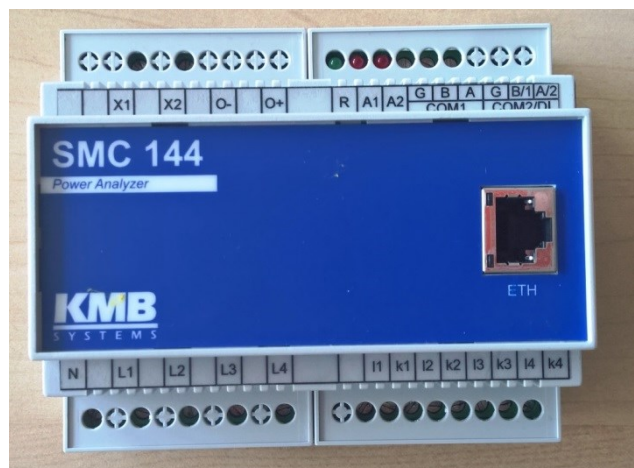




*obr. 3.19:* Detail zapojení analyzátorů v rozvodné skříni



*obr. 3.20:* Detail připojení měřících transformátorů



obr. 3.21: Analyzátor SMC 144

F9	32C/3	NAPÁJENÍ OSVĚTLENÍ TECHNOLOGIE
F10	6B/1	NAPÁJENÍ EPS NEVYPINAT
F11	4C/1	NAPÁJENÍ POHONU VRAT
F12	4C/1	SEMAFOR
F13	4C/1	OBVODY NOUZOVÉHO STOPU
F15	4C/1	NAPÁJENÍ SKIPŮ, VÝTAHU A TOČNY
F16	4C/1	NAPÁJENÍ SLOUPKU
F17	4C/1	VÁHA
F18	16C/1	VJEZD VNĚJŠÍ ZA VRATY, VNITŘNÍ U OTOČE
F19	16C/1	HMI_PANEL
F20	10B/3	NAPÁJENÍ POHONŮ VRAT
F21	16C/1	ZÁS. 230V - 1NP
F22	16C/1	ZÁS. 230V - 2NP
F23	16C/1	ZÁS. 230V - 3NP
F24	16C/1	ZÁS. 230V - 4NP
F25	10B/1	SVĚTLO TOČNA
F26	10B/1	NOUZOVÉ OSV. 1NP + 2NP
F27	10B/1	NOUZOVÉ OSV. 3NP + 4NP
F28	10B/1	EPS PRENOS. ZARIZ. NEVYPINAT
FA1	50C/1	TROLEJ SKIPU 1
FA2	50C/1	TROLEJ SKIPU 2
FA3	50C/1	TROLEJ SKIPU 3
FA4	50C/1	TROLEJ SKIPU 4
FA5	63C/3	PŘÍVOD NAPÁJENÍ PRO POHON VÝTAHU
FA6	25C/1	NAPÁJENÍ POHONU OTOČE
FA1.1	10C/1	MĚNIČ
FA7	16C/1	NAPÁJENÍ DATOVÉHO BOXU DB2
FA8	16C/1	NAPÁJENÍ DATOVÉHO BOXU DB3
FA9	16C/1	NAPÁJENÍ DATOVÉHO BOXU DB4

obr. 3.22: Seznam jistících prvků v rozvaděči

## 4 Závěr a zhodnocení

Účelem této práce bylo navrhnout měřicí přístroje pro kontinuální měření spotřeby elektrické energie. Pro správné navržení vhodných analyzátorů byla budova ADC měřena dlouhodobě analyzátozem BK-ELCOM. Jednotlivé grafy s různými časovými intervaly a spotřebovanou elektrickou energií jsou uvedeny v kap. 3. Z grafů je patrné kdy probíhá proces parkování, a kdy je budova v režimu nečinnosti. Pro výběr vhodných analyzátorů byly najity dvě firmy, které splňovaly naše podmínky pro měření dlouhodobé spotřeby na jednotlivých měřicích místech. Hlavním rozdílem obou firem je propojení analyzátorů s proudovými sondami u firmy SOCOMEC je použit kabel s konektorem RJ12, u firmy KMB jsou použité klasické jednožilové kabely. Analyzátoři byly vybrány na základě lepších technických a rozměrových specifikací, a také pro lepší rozložení počtu proudových vstupů a samozřejmě jsme vybrali levnější variantu. Při výběru proudových sond jsme se u obou firem zaměřili na proudové sondy s otevíratelným jádrem. Hlavním rozdílem byl způsob připojení sond k analyzátoru. U firmy SOCOMEC jsou proudové sondy připojeny přes konektor RJ12, což je konektor pro připojení telekomunikačních sítí. Tento typ zapojení je možná lepší než u varianty, kterou jsme vybrali, protože k připojení proudové sondy potřebujeme pouze jeden kabel. Možnou nevýhodou těchto sond jsou větší rozměry vlivem použití konektoru RJ12. U varianty, kterou jsme vybrali od firmy KMB je připojení proudové sondy pomocí dvou jednožilových kabelů. Výběr proudových sond na jednotlivá místa probíhal podle proudového odběru jednotlivých spotřebičů. V tabulce pod textem jsou navrženy analyzátoři a proudové sondy na jednotlivá měřicí místa. Z tabulky lze vyčíst o jaký modul analyzátoru a přesný typ proudové sondy se jedná. Příklad realizovaného zapojení analyzátorů a proudových sond lze vidět na obrázcích v kap. 3.

Hlavní výhodou nově použitých analyzátorů lze spatřovat v online sledování spotřeby elektrické energie na jednotlivých místech, zjištění energetické bilance ADC, aktuální spotřebě a možnosti okamžitého vyhodnocování.

Vypracování této práce mi dalo hodně informací o automatizovaných dopravních center a také o použitých měřicích přístrojích a způsobů měření elektrické energie. Do budoucna by se práce dala rozšířit o energetickou soběstačnost budovy.

**tab. 3.3:** Tabulka navržených analyzátorů a proudových sond

Měřicí moduly	Měřicí body	Varianta	Proudové trafa, typ	Modul - typ
MO1	M1	1xU + 1xI	D020, JS10NH	SMD 112 U X/4V N N E
MO2	M2+M3	1xU + 2xI	D020, JS10NH	SMD 112 U X/4V N N E
MO3	M4	1xU + 1xI	D500, JS36SH	SMD 112 U X/4V N N E
MO4	M5	1xU + 3xI	D200, JS24SH	SMD 114 U X/4V N N E
MO5	M6	3xU + 3xI	S035, JC10F	SMC 144 U Snne
MO6	M7	3xU + 3xI	S005, JC10F	SMC 144 U Snne



MO7	M8	3xU + 3xI	S015, JC10F	SMC 144 U Snne
MO8	M9+M11+M12+M13	4xU + 4xI	S005, JC10F	SMC 114 U Snne
MO9	M10+M19+M20+M21	4xU + 4xI	S005, JC10F	SMC 114 U Snne
MO10	M14+M15+M16+M17	4xU + 4xI	S025, JC10F	SMC 114 U Snne
MO11	M18+M22	4xU + 4xI	S050, JC10F	SMC 114 U Snne

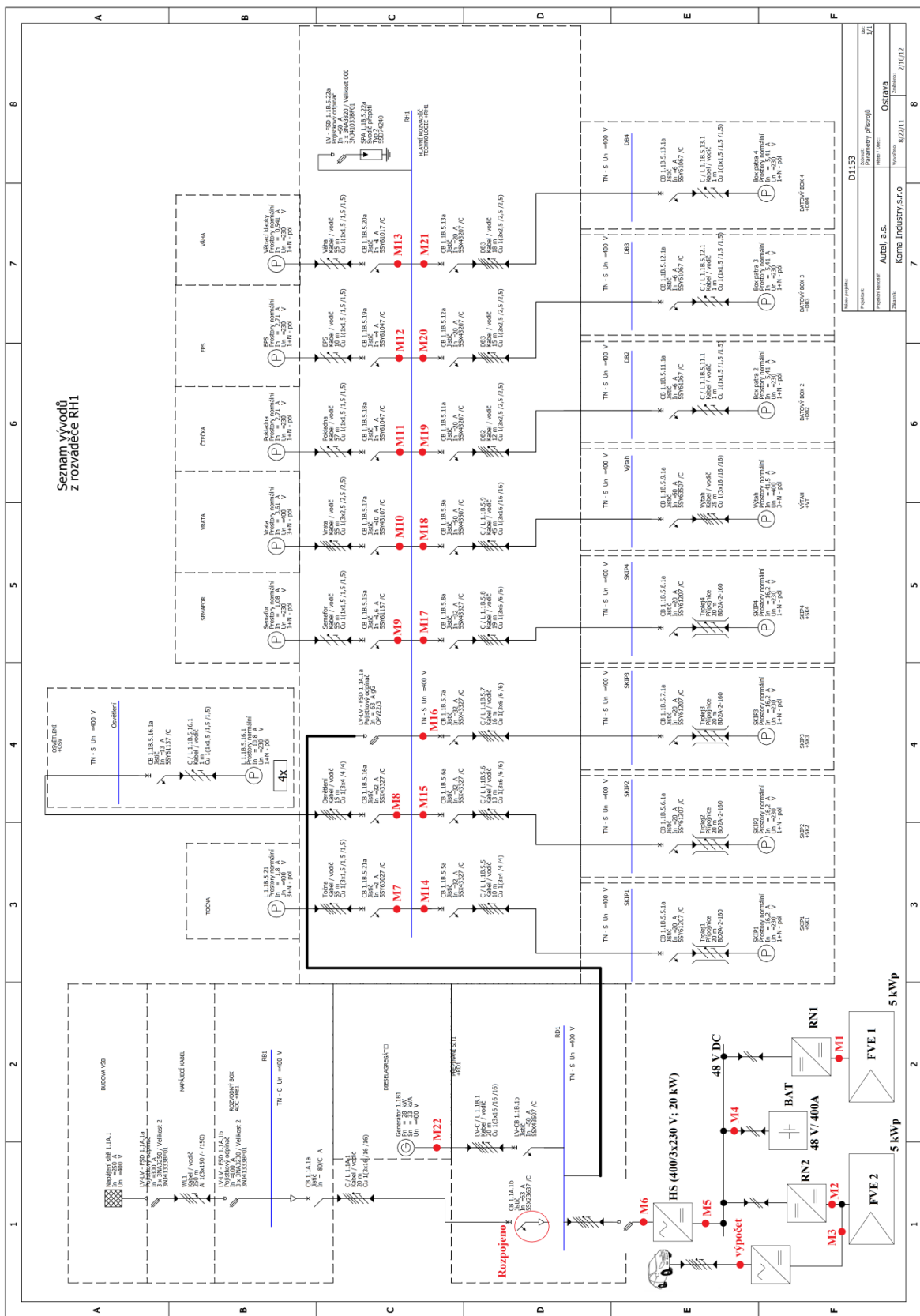
## Použitá literatura:

- [1] Název projektu: Infrastruktura pro elektromobilitu, Část 2 Analýza stávající infrastruktury Automatizovaného dopravního centra Ostrava s cílem posoudit vhodný koncept rozšíření této infrastruktury o možnost nabíjení elektromobilů - 02\_Zprava\_HS\_EMO\_13\_12\_07
- [2] [https://www.vutbr.cz/www\\_base/zav\\_prace\\_soubor\\_verejne.php?file\\_id=29369](https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=29369)
- [3] [http://www.konstrukce.cz/PublicFiles/UserFiles/image/K/2013/K113/800x800\\_marecek09.jpg](http://www.konstrukce.cz/PublicFiles/UserFiles/image/K/2013/K113/800x800_marecek09.jpg)
- [4] [http://cbe.vsb.cz/wp-content/uploads/2013/06/Clanek\\_VSB\\_cesky.pdf](http://cbe.vsb.cz/wp-content/uploads/2013/06/Clanek_VSB_cesky.pdf)
- [5] Název projektu: Infrastruktura pro elektromobilitu, Část 1, Rešerše dostupných informací zabývajících se elektromobilitou s vazbou na využití obnovitelných zdrojů energie, případně s vazbou na automatizované parkovací systémy - 01\_Zprava\_HS\_EMO\_13\_12\_10
- [6] Název projektu: Infrastruktura pro elektromobilitu, Část 3, Energetický audit změřením spotřeby elektrické energie pro vlastní provoz Automatizovaného dopravního centra Ostrava
- [7] [http://elektrika.cz/obr/halson060310\\_1.jpg](http://elektrika.cz/obr/halson060310_1.jpg)
- [8] <http://www.scorpious.wz.cz/download/elm/elm-mo04.doc>
- [9] <http://kmb.cz/index.php/cs/digitalni-merici-pristroj-s-pameti/smc-144-pro-smart-metering>
- [10] <http://kmb.cz/index.php/cs/aplikace/envis>
- [11] <http://kmb.cz/index.php/cs/aplikace/envis>
- [12] <http://kmb.cz/index.php/cs/aplikace/envis>
- [13] <https://mechanicalparking.files.wordpress.com/2009/12/ec82acebb3b8-rotary-image3d.jpg>
- [14] [http://i00.i.aliimg.com/img/pb/264/127/388/388127264\\_623.jpg](http://i00.i.aliimg.com/img/pb/264/127/388/388127264_623.jpg)
- [15] <http://docplayer.cz/5231168-Automaticke-parkovaci-systemy-green-parking.html>
- [16] [https://dSPACE.cvut.cz/bitstream/handle/10467/61912/F3-BP-2015-Sevcik-Jan-Merici\\_%20modul\\_pro\\_pracoviste\\_aktivniho\\_harmonickeho\\_filtru.pdf?sequence=1](https://dSPACE.cvut.cz/bitstream/handle/10467/61912/F3-BP-2015-Sevcik-Jan-Merici_%20modul_pro_pracoviste_aktivniho_harmonickeho_filtru.pdf?sequence=1)
- [17] [https://www.vutbr.cz/www\\_base/zav\\_prace\\_soubor\\_verejne.php?file\\_id=26561](https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=26561)
- [18] [http://feil.vsb.cz/kat420/vyuka/BC\\_FBI/Prednasky/Trafa\\_bc.pdf](http://feil.vsb.cz/kat420/vyuka/BC_FBI/Prednasky/Trafa_bc.pdf)
- [19] <http://vyvoj.hw.cz/soucastky/analogove-systemy/presne-a-cenove-vyhodne-mereni-stridaveho-proudu.html>
- [20] [www.ghvtrading.cz/download.php?fileid=2184](http://www.ghvtrading.cz/download.php?fileid=2184)

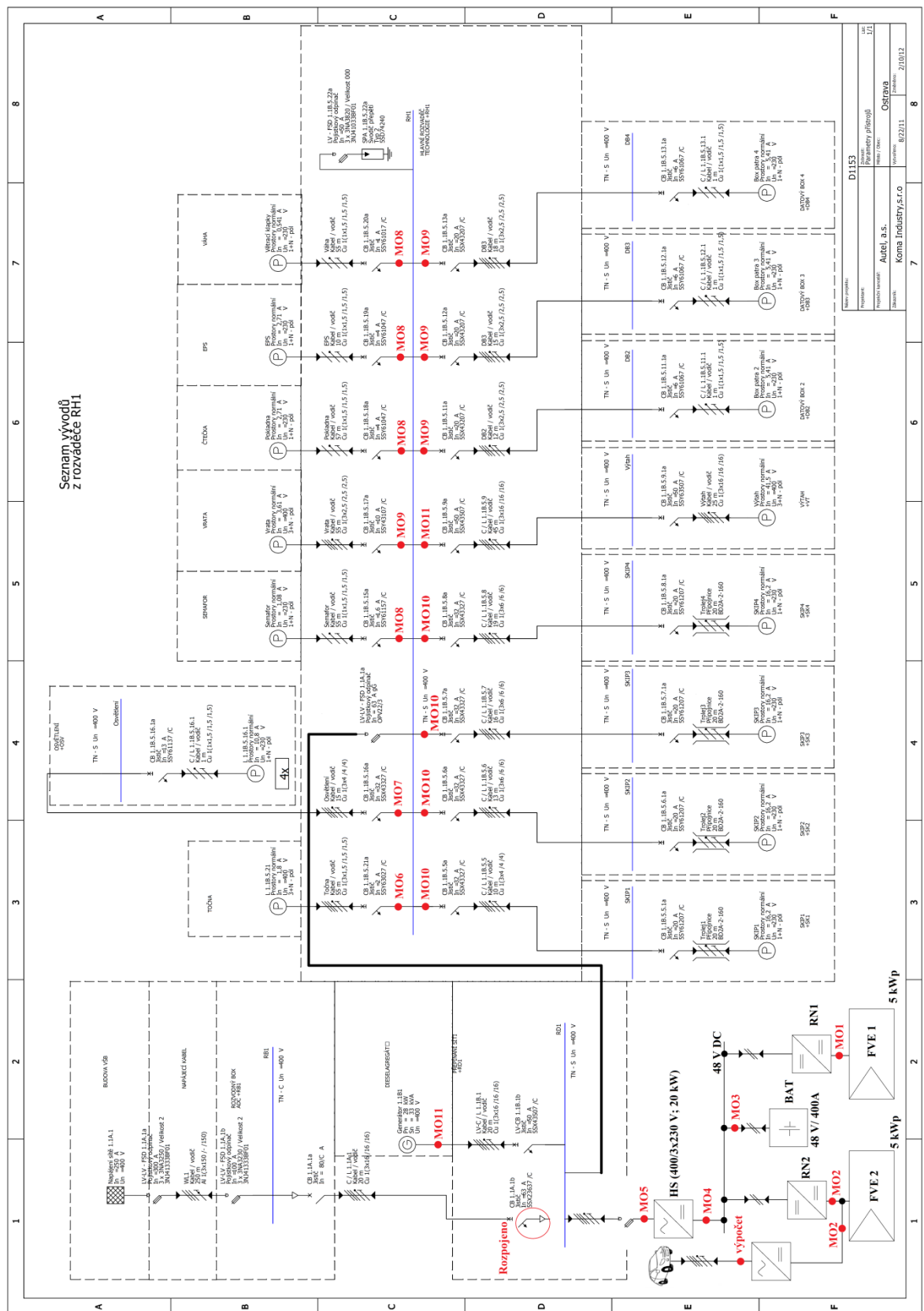
## Seznam příloh:

**obr. I:** Měřicí body pro analýzu spotřeby - BK ELCOM

**obr. II:** Měřicí body pro analýzu spotřeby – KMB SYSTEMS



**obr. I: Měřicí body pro analýzu spotřeby - BK ELCOM**



obr. II: Měřicí body pro analýzu spotřeby – KMB SYSTEMS